



Inverter per applicazioni fotovoltaiche

Inverter fotovoltaico Centralizzato transformerless

Famiglia 1: uscita 530Vac
550, 1100M, 2200M, 3300M, 4400M

Famiglia 2: uscita 600Vac
665, 1330M, 2600M, 4000M, 5330M

Famiglia 3: uscita Vac
708, 1415M, 2830M, 4245M, 5660M

Famiglia 4: uscita 640Vac
764, 1528M, 3056M, 4584M, 6112M

SPECIFICA TECNICA

**CONSERVARE PER FUTURA CONSULTAZIONE
per tutta la vita dell'apparato**

CONTENTS

1	SOLEIL DSPX TLH 1500VDC PANORAMICA DEL PRODOTTO.....	3
1.1	ASPETTO INVERTER	5
	(FAMIGLIA1 550, 1100M - FAMIGLIA2 665, 1330M - FAMIGLIA3 708, 1415M - FAMIGLIA4 764, 1528M)	5
1.2	ASPETTO SISTEMA 'MULTI-INVERTER' (2 INVERTER).....	5
2	ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE DELL'INVERTER.....	6
2.1	LAYOUT FISICO	7
2.2	PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO	9
2.2.1	<i>Algoritmo di MPPT (Maximum power point tracking).....</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Funzionamento Master e Slave (per sistemi 'multi-inverter')</i>	<i>10</i>
2.2.3	<i>Inverter Master e sincronizzazione inverter</i>	<i>11</i>
2.3	COMPATIBILITÀ CON IL CODICE DI RETE E FUNZIONI DI SUPPORTO ALLA RETE	12
3	CONTROLLO REMOTO E MONITORAGGIO	14
3.1	ENERGY MONITOR	14
3.2	PIATTAFORMA SCADA	16
3.3	POWER PLANT CONTROLLER	18
3.3.1	<i>PCC, esempio della funzione di regolazione del 'fattore di potenza'</i>	<i>19</i>
4	GUIDA RAPIDA	20
5	CENNI DI BASE SULL'INSTALLAZIONE.....	23
5.1	POSIZIONAMENTO DELL'INVERTER E VENTILAZIONE	23
5.2	CAVO DI SINCRONIZZAZIONE E CAN-BUS (PER SISTEMI 'MULTI-INVERTER')	24
6	TABELLE DATI TECNICI	26
6.1	FAMIGLIA 1: TENSIONE DI USCITA MODULI 530VAC.....	26
6.2	FAMIGLIA 2: TENSIONE DI USCITA MODULI 600VAC.....	28
6.3	FAMIGLIA 3: TENSIONE DI USCITA MODULI 640VAC.....	30
6.4	FAMIGLIA 4: TENSIONE DI USCITA MODULI 640VAC.....	32
6.5	ANDAMENTO DELLA POTENZA APPARENTE IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA	34
6.6	DIPENDENZA DELLA POTENZA APPARENTE DALLA TEMPERATURA AMBIENTE E DALLA TENSIONE DI RETE... 36	
6.6.1	<i>Inverter appartenenti a 'Famiglia1', Famiglia 2', 'Famiglia 3'</i>	<i>36</i>
6.6.2	<i>Inverter appartenenti a 'Famiglia 4'</i>	<i>37</i>
6.7	NOTE.....	37

1 SOLEIL DSPX TLH 1500VDC PANORAMICA DEL PRODOTTO

La gamma di inverter fotovoltaici centralizzati Soleil DSPX TLH 3Ph, è stata ampliata con un Inverter di ultima generazione "all'avanguardia": il modello TLH 1500Vdc. Questo nuovo inverter è la soluzione d'elezione per grandi impianti fotovoltaici.

La tecnologia a 1500Vdc ha recentemente iniziato a essere considerata dalla maggior parte degli EPC e degli installatori, la soluzione migliore, per il suo alto tasso di risparmio in termini di connessione degli inverter. L'utilizzo di questa tipologia di inverter consente di aumentare la potenza nominale dell'impianto, mantenendo la corrente relativamente bassa, sia sul lato CC che sul lato CA degli inverter.

SIEL Soleil TLH 1500 è la risposta a questa domanda in un contesto tecnico economico altamente stimolante e in rapida evoluzione.

La gamma Soleil TLH 1500 è suddivisa in quattro famiglie, a seconda dell'intervallo di tensione di MPPT, della tensione di uscita CA e della Potenza dei "moduli di potenza."

Ogni tipologia, si basa su un diverso "modulo di potenza", con una diversa potenza di base:

- Famiglia 1: tensione di uscita = 530Vac, 'modulo di potenza': 550kVA.
- Famiglia 2: tensione di uscita = 600Vac, 'modulo di potenza': 665kVA.
- Famiglia 3: tensione di uscita = 640Vac, 'modulo di potenza': 708MVA.
- Famiglia 4: tensione di uscita = 640Vac, 'modulo di potenza': 764MVA.

Gli inverter con suffisso "M", sono composti da due moduli di potenza funzionanti in parallelo (Modulo "1" e "Modulo" 2 ") secondo la logica "Master & Multi-Slave", come descritto di seguito.

Ad esempio, l'inverter 1.1MVA è costituito da due moduli di potenza di Famiglia 1, ciascuno dei quali fornisce 550 kVA, entrambi controllati da una singola scheda elettronica basata su DSP. Può essere collegato in parallelo con un massimo di altri 3 inverter dello stesso tipo, ottenendo un sistema complessivo da 4.4MVA.

Allo stesso modo, l'inverter da 1,33 MVA è costituito da due moduli di potenza di Famiglia 2, ciascuno dei quali fornisce 665kVA, entrambi controllati da una singola scheda elettronica basata su DSP. Può essere collegato in parallelo con un massimo di altri 3 inverter dello stesso tipo, ottenendo un sistema complessivo da 5.33MVA.

L'inverter 1.415MVA è costituito da due moduli di potenza di Famiglia 3, ciascuno dei quali fornisce 708kVA, entrambi controllati da una singola scheda elettronica basata su DSP. Può essere collegato in parallelo con un massimo di altri 3 inverter dello stesso tipo, ottenendo in un sistema complessivo di 5,66 MVA.

Infine, l'inverter da 1.528 MVA è costituito da due moduli di potenza di Famiglia 4, ciascuno dei quali fornisce 764kVA, entrambi controllati da una singola scheda elettronica basata su DSP. Può essere collegato in parallelo con un massimo di altri 3 inverter dello stesso tipo, raggiungendo una potenza totale di sistema pari a 6,112MVA.

Tutti i modelli della piattaforma Soleil DSPX TLH 1500Vdc con suffisso "M", si avvalgono del sistema Master & Multi-Slave, e di una tecnologia innovativa, che consente di raggiungere potenze molto elevate aumentando l'efficienza ponderata del sistema.

Ogni singolo modulo di potenza che compone l'inverter, può essere attivato o disattivato, a seconda della quantità effettiva di energia disponibile sulla DC, ottenendo l'ottimizzazione dell'efficienza a qualsiasi livello di potenza.

In un sistema 'multi-inverter', il bus DC è comune o a tutte le unità che compongono il sistema, o a due unità. Ad esempio, un sistema da 5660M, è composto nei seguenti due modi:

- Soluzione a trasformatore singolo: 4 inverter (8 moduli di potenza), ciascuno da 1415 kVA.
 - Connessione AC: un trasformatore MT-BT, un avvolgimento secondario singolo, comune a tutti i 4 inverter.
 - Connessione DC: un bus DC comune a tutte le 4 unità, un quadro di parallelo DC (Combiner Box).
 - Numero di MPPT: 1 per l'intero sistema.
 - “Modularità” Master & Slave: 1 ‘modulo di potenza’ (708kVA) su 8.

- Soluzione con due trasformatori: 4 inverter (8 moduli di potenza), ciascuno da 1415 kVA.
 - Connessione AC: due trasformatori LV/MV, ognuno di taglia pari a metà di quella del sistema (3000kVA).
 - Trasformatore ‘A’ connesso a Inverter 1 e 2.
 - Trasformatore ‘B’ connesso a Inverter 3 e 4.
 - Connessione DC: 2 bus DC, due quadri di parallelo DC :
 - ‘A’ comune a Inverter 1 e 2.
 - ‘B’ comune a Inverter 3 e 4.
 - Numero di MPPT: 2, uno per il sistema composto da Inverter 1 e 2, l’altro per il sistema composto da Inverter 3 e 4.
 - “Modularità” Master & Slave: 1 ‘modulo di potenza’ (708kVA) su 4.

I quadri di parallelo DC sono disponibili per uso indoor.

1.1 Aspetto inverter

(Famiglia1 550, 1100M - Famiglia2 665, 1330M - Famiglia3 708, 1415M - Famiglia4 764, 1528M)

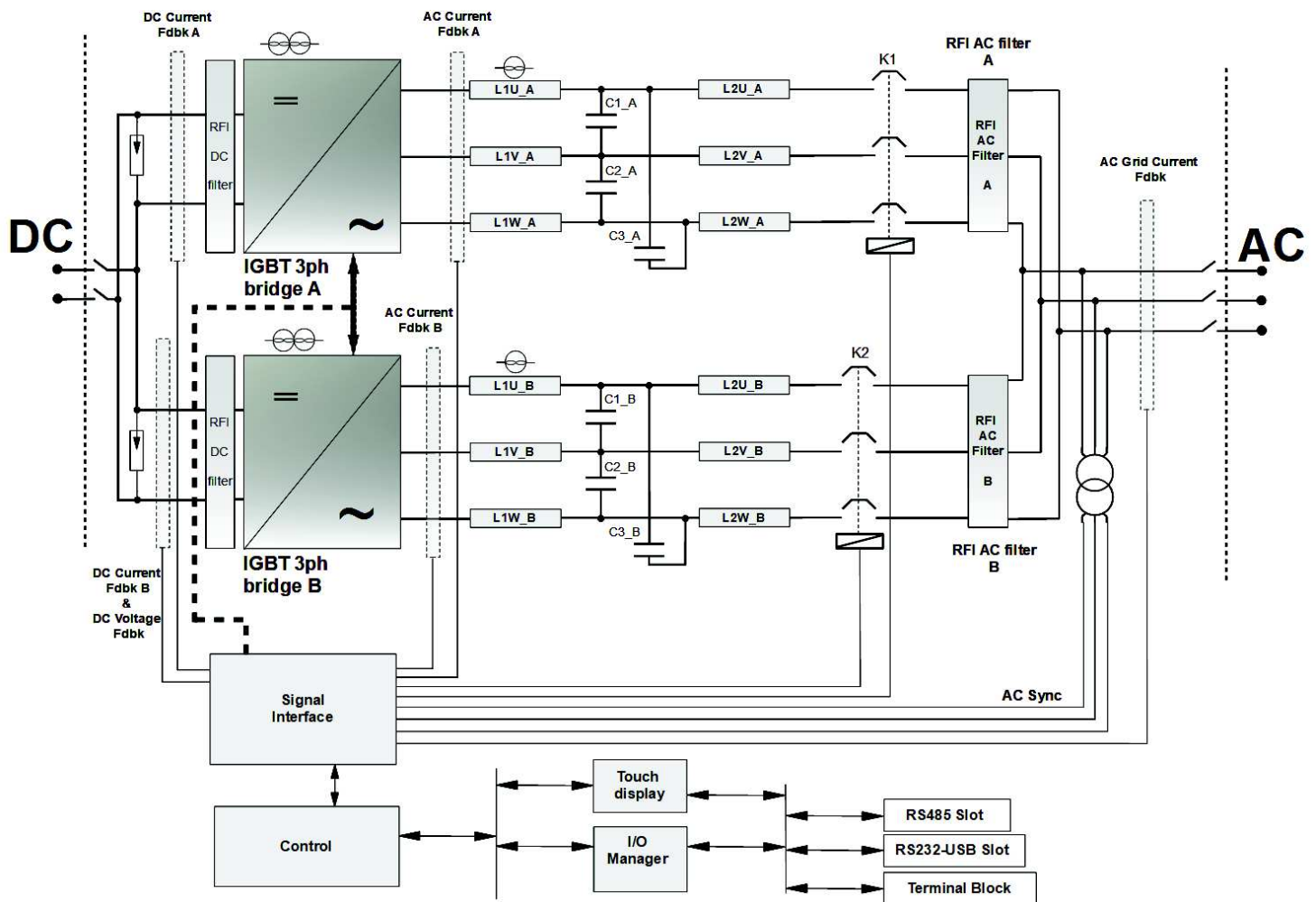


1.2 Aspetto sistema 'multi-inverter' (2 inverter)



2 ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE DELL'INVERTER

Di seguito è riportata una rappresentazione dello schema a blocchi di un inverter di tipo "M" (2 moduli di potenza):



L'inverter è composto da due moduli di potenza (550kW / 665kW / 708kW / 764kW ciascuno, a seconda del tipo di inverter), entrambi controllati in logica Master & Slave da una scheda di controllo, che riceve tutte le misure e i segnali di feedback da entrambi i moduli e invia ai relativi ponti di potenza i comandi di accensione (PWM).

In un sistema 'multi-inverter', l'architettura di ciascuna unità è uguale a quella rappresentata sopra. In questo caso, i comandi di accensione vengono generati dal controllo Master (la scheda di controllo di una delle unità presenti nel sistema, chiamiamolo n. '1') e distribuita nell'intero sistema a tutte le altre unità. Allo stesso modo, tutte le unità comunicano al Master il proprio stato e gli allarmi attraverso una linea CAN BUS.

Pertanto, in un sistema 'multi-inverter' (ad esempio TLH DSPX 5330M), le relative schede di controllo sono collegate secondo una sequenza di collegamenti tipo entra-esce:

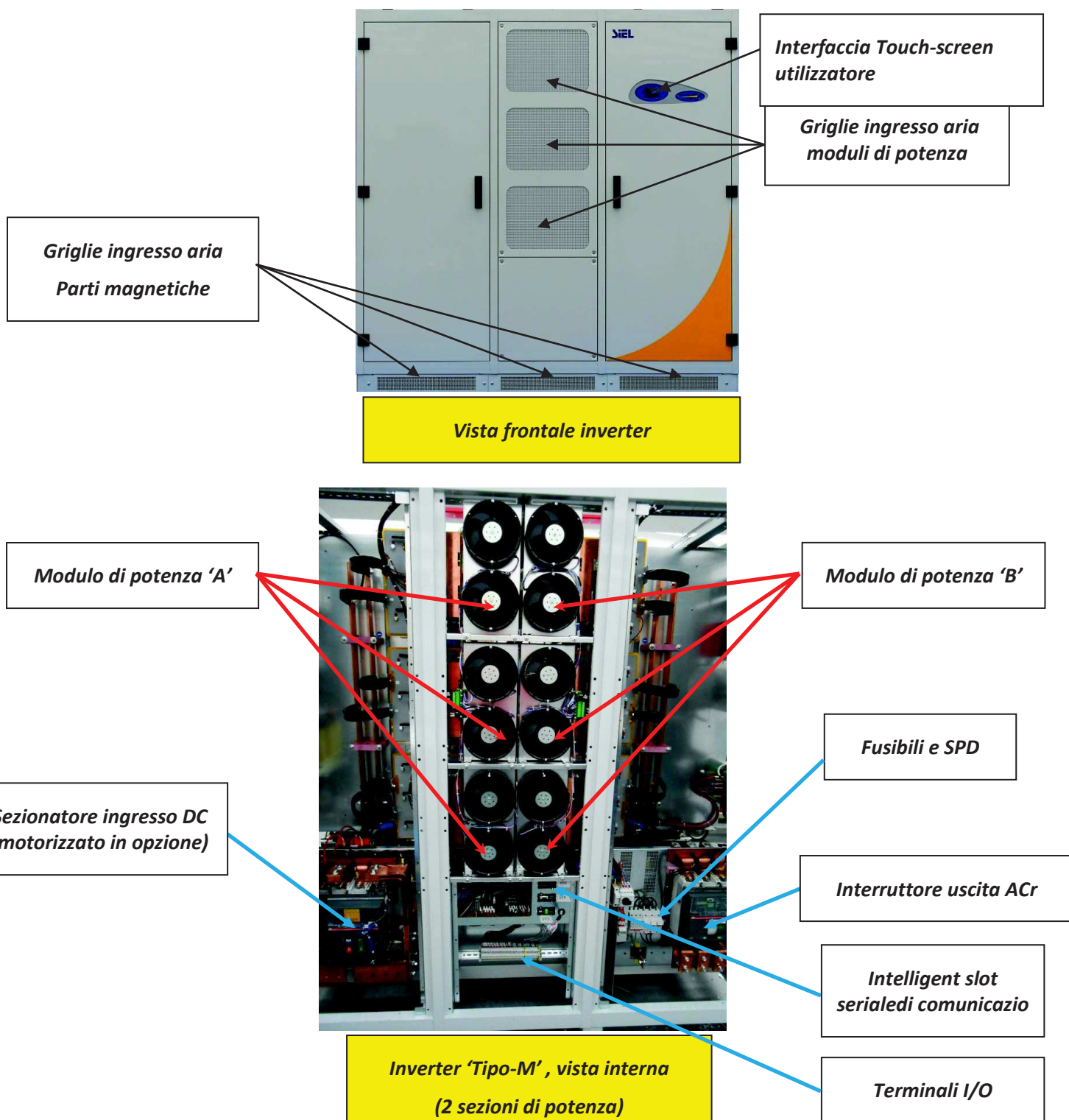
- Collegamento comando di accensione: dall'inverter 'Master' all'inverter 2, quindi dall'inverter 2 all'inverter 3 e dall'inverter 3 all'inverter 4.
- Collegamento di comunicazione CAN: da inverter 'Master' a inverter 2, quindi dall'inverter 2 all'inverter 3 e dall'inverter 3 all'inverter 4.

- Ogni inverter di tipo "M", ha la sua interfaccia seriale RS485, cioè ogni singolo inverter che compone un sistema 'multi-inverter', è "visto" da un sistema di monitoraggio remoto come un insieme di "n" inverter, "n" essendo il numero di inverter di tipo "M" collegati.

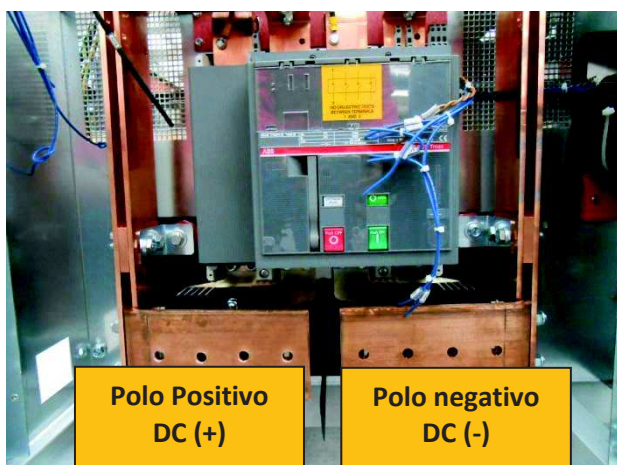
Ad esempio, in un sistema Soleil DSPX TLH 5660M, ci sono $n = 4$ inverter. Ogni inverter ha il proprio indirizzo Modbus associato e l'elenco dei registri è lo stesso per ciascuno dei 4 inverter collegati insieme nel sistema.

2.1 Layout fisico

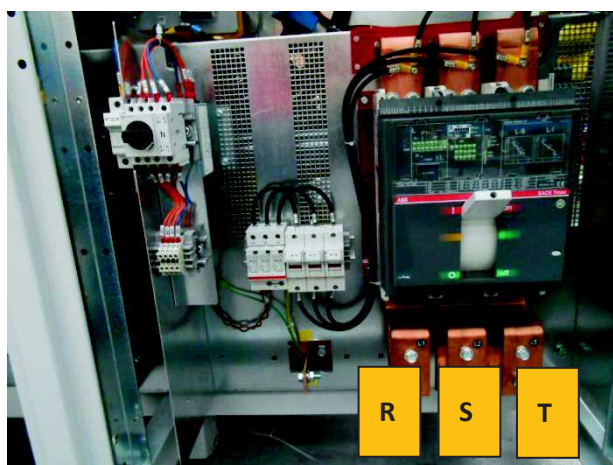
Di seguito le viste del singolo inverter, con il posizionamento dei componenti principali:



La seguente parte di questo capitolo è dedicata all'identificazione chiara dei punti di principale interesse per l'installazione e la manutenzione dell'unità (morsettiere, schede di controllo, fusibili, ecc.).



Terminali di connessione ingressi DC



Barre di connessione uscita AC

Inverter	550	665	708	764	1100M	1330M	1415M	1528M
Cavi AC (numero x sezione in mmq)								
Suggerito	2 x 400	2 x 400	2 x 400	2 x 400	4 x 400	4 x 400	4 x 400	4 x 400
Cavi DC (numero x sezione in mmq)								
Suggerito	2 x 400	2 x 400	2 x 400	2 x 400	4 x 400	4 x 400	4 x 400	4 x 400
Cavo di terra (PE) (numero x sezione in mmq)								
Suggerito	1 x 240	1 x 240	1 x 240	1 x 240	1 x 300	1 x 400	1 x 400	1 x 400

Nota: la sezione suggerita, sia per i cavi AC che per i cavi DC, è stata determinata assumendo che, alla massima corrente dell'inverter, la temperatura ambiente del compartimento cavi sia inferiore a 50°C (tenendo conto dei coefficienti di riduzione rilevanti, secondo CEI UNEL 35024).

Per i sistemi 'multi-inverter', i cavi hanno le stesse sezioni riportate nella tabella precedente.

Si precisa che le precedenti sezioni sono riferite a cavi in **alluminio** normalmente disponibili in commercio (tipo del cavo di potenza: ARG7OR, Uo/U=0.6kV/ 1kV; Um=1.2kV; Udc=1.5kVdc or 1.8kV).

Ogni cavo dovrà essere dotato di appropriato capocorda, adatto alla sezione relativa.

Si prega di contattare il produttore per informazioni su altri materiali utilizzati nella realizzazione dei cavi.

2.2 Principio di funzionamento

Quando le logiche di inverter sono alimentate, il sistema di controllo verifica la presenza di tutte le altre unità. Quindi il controllo esegue la verifica dei parametri della rete elettrica, tensione e frequenza. Se questi parametri si trovano all'interno di un opportuno intervallo, l'inverter verifica la tensione del generatore fotovoltaico e quando tale valore è sufficientemente alto, ha inizio il processo di conversione.

Le sequenze di avvio sono simili, indipendentemente dal fatto che il sistema sia un singolo inverter o un 'multi-inverter'.

Quando la tensione del campo fotovoltaico raggiunge il corretto valore si chiude il contattore di rete e l'inverter inizia ad iniettare energia nella rete elettrica trifase.

A questo punto, il sistema di controllo (il controllo Master in un sistema 'multi-inverter' di tipo M), inizia a variare il punto di funzionamento del generatore fotovoltaico per inseguire il punto di massima potenza. Questo monitoraggio avviene a intervalli di circa 2 secondi.

Se i valori di tensione e frequenza di rete rientrano nell'intervallo di accettazione stabilito dalle regole di connessione di rete in vigore ("grid code"), in condizioni di basso irraggiamento, l'inverter entra in modalità 'standby' per 6 minuti. Dopo questa pausa, se i parametri del generatore fotovoltaico e della rete sono corretti, l'inverter si riavvia riprendendo automaticamente il processo di conversione.

Anche per le versioni di tipo 'M', ogni inverter ha una propria scheda di controllo che verifica costantemente la correttezza dei parametri operativi e attiva, se necessario, protezioni adeguate, ogni qualvolta viene rilevata una condizione anomala.

Viene quindi notificato lo stato di ciascun inverter:

- Al controllo del Master Control tramite CAN BUS,
- All'utente tramite l'interfaccia signalling (touch screen),
- Al sistema di monitoraggio remoto con l'interfaccia seriale RS485.

L'elenco degli stati che un inverter può segnalare, dopo che si è verificato un evento, è riportato qui sotto:

- **Protezione:** questo è il livello Massimo di 'severità' di intervento. Uno (o più) singoli inverter si bloccano e si arrestano, gli altri possono continuare a funzionare a un livello di potenza ridotto.

Le informazioni sull'entità della protezione vengono notificate al Master tramite il collegamento CAN BUS.

L'intervento dell'operatore è quindi necessario per riprendere l'operazione o per richiedere l'intervento di assistenza esterna.

- **Allarme:** il controllo di uno (o più) inverter singoli rileva alcune anomalie che potenzialmente interessano l'intero sistema e decide di fermarsi "temporaneamente", tenta di riattivarsi in brevi intervalli di tempo. Se viene raggiunto il numero massimo di "tentativi" in un intervallo di tempo preimpostato, l'inverter passa allo stato "Protezione". Un esempio di questa condizione è l'evento "Bassa radiazione solare", in questo caso l'inverter, dopo l'arresto, riprende il funzionamento entro 6 minuti.
- **Anomalia:** il controllo di uno (o più) singoli inverter rileva una condizione di funzionamento anormale, ma il livello di gravità di tale condizione non è tale da arrestare l'inverter. L'anomalia viene notificata al Master (tramite collegamento CAN BUS) e comunicata all'utente tramite il display e il canale di comunicazione seriale al sistema di monitoraggio remoto.

2.2.1 Algoritmo di MPPT (Maximum power point tracking)

In un sistema 'multi-inverter' ('tipo M'), l'algoritmo di inseguimento del punto di massima potenza viene eseguito dal Master. Pertanto, un sistema 'multi-inverter' ha solo un MPPT, tutte le "Unità slave" ricevono gli stessi comandi di accensione dal Master.

Ciò non è tuttavia un limite, perché i sistemi 'multi-inverter' sono i più adatti per grandi impianti fotovoltaici, dove l'orientamento dell'intero campo fotovoltaico è quasi sicuramente lo stesso per tutti i moduli.

La presenza di inseguitori mobili (Trackers) non influisce sul comportamento dell'algoritmo MPPT dell'inverter.

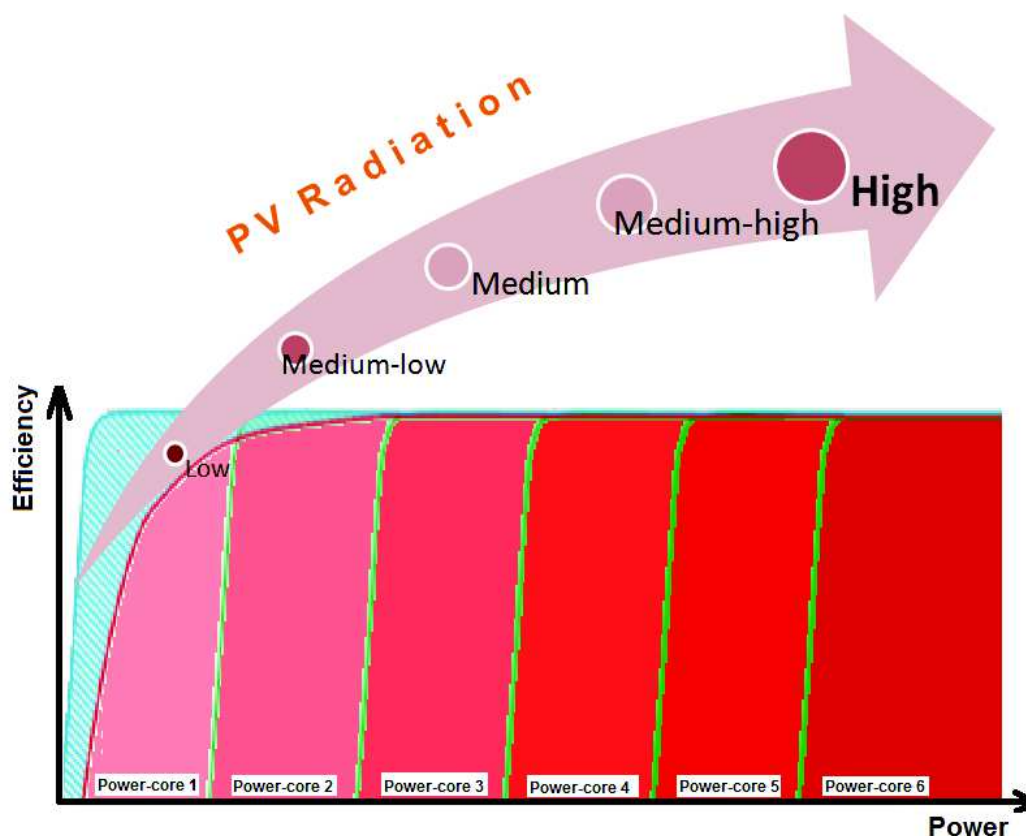
2.2.2 Funzionamento Master e Slave (per sistemi 'multi-inverter')

La logica di funzionamento Master & Slave è disponibile solo per gli inverter di tipo 'M'.

Consiste in una modalità di controllo eseguita dal controllo DSP dell'inverter Master, che, in base alla disponibilità di potenza DC in ingresso, abilita il numero corretto di moduli di potenza all'interno del sistema, lasciando disattivati tutti quelli non necessari.

Questa logica consente di ottenere maggiori efficienze a bassi livelli di potenza, perché, al di sotto di una frazione della potenza totale, che è funzione del numero di inverter di tipo "M" presenti nel sistema, è più conveniente disattivare uno o più inverter, al fine di far funzionare solamente gli inverter che si trovano al loro livello di potenza ottimale dal punto di vista dell'efficienza di conversione.

Di seguito una rappresentazione schematica dell'andamento dell'efficienza in un DSPX TLH 4000M (3 inverter, 1330M ciascuno, per un totale di 6 moduli di potenza).

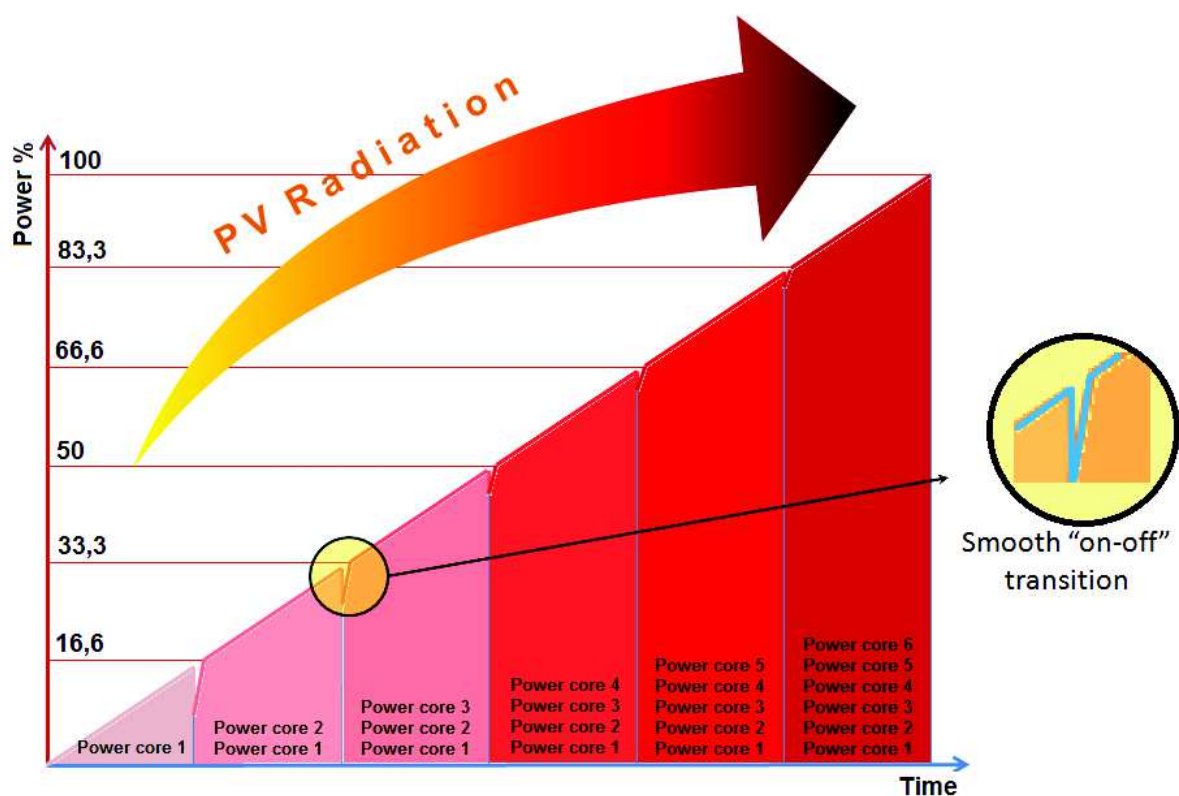


Il comportamento è comunque dinamico, nel senso che, a seconda della radiazione solare effettivamente presente in ogni momento, solo il numero 'ottimale' di moduli di potenza è attivo allo stesso tempo,

riaccendendo i moduli precedentemente disabilitati (la radiazione aumenta, quindi è necessario un numero maggiore di moduli per mantenere l'efficienza complessiva del sistema al massimo) o, al contrario, spegnendo quelli in eccesso (poiché l'irraggiamento diminuisce, un numero eccessivo di moduli attivi funzionerebbe inutilmente a un livello di potenza lontano da quello ottimale del sistema).

Per rendere le transizioni di potenza del sistema il più 'dolce' possibile durante l'accensione e lo spegnimento dei moduli, alcune isteresi vengono aggiunte alle soglie di accensione "on" e "off", influenzando sul numero di moduli che deve essere attivo in quel particolare istante. Inoltre, ogni volta che si verifica un cambiamento nel numero di moduli attivi, la transizione è resa 'dolce' dal controllo, che esegue una lieve diminuzione della potenza (agendo sul punto di lavoro MPPT in quell'istante) prima dell'accensione (o off) di un modulo e, successivamente, aumentando la potenza al valore disponibile.

Di seguito è riportato un esempio del comportamento dell'algoritmo M & S che opera in un Soleil DSPX TLH 4000M (3 inverter, 1330M ciascuno, totalmente 6 moduli di potenza).



2.2.3 Inverter Master e sincronizzazione inverter

Il modulo che detiene lo status di 'Master', viene stabilito sulla base di una logica che mira a rendere uniforme il numero delle ore di funzionamento di ciascun modulo che compone il sistema. L'istante in cui lo status di 'Master' viene assegnato a un nuovo modulo avviene in corrispondenza della partenza del sistema dopo uno stop completo (per es. durante le prime ore del giorno, quando il valore di irraggiamento è sufficiente da consentire la ripartenza del sistema dopo l'arresto notturno). Se durante il funzionamento, l'inverter con lo status di 'Master' subisce un arresto (per es. a causa di un guasto), esso viene istantaneamente escluso dal parallelo con gli altri moduli, mentre un altro inverter tra quelli in funzione diviene il nuovo 'Master' e il sistema continua a funzionare (con un modulo in meno, quello che si è guastato).

L'inverter Master è il cuore del sistema. Se il Master va fuori servizio, tutto il sistema va fuori servizio, poiché viene a mancare il riferimento principale per MPPT e per la distribuzione dei comandi di accensione di tutti i moduli di potenza.

La sincronizzazione tra il Master e gli altri inverter avviene tramite un cavo schermato multi-conduttore dedicato, altamente immune alle perturbazioni EMI.

I vantaggi della sincronizzazione sono semplici:

- Commutazione molto accurata dei moduli di potenza, quindi emissioni condotte e irradiate molto basse, nonostante l'elevato valore di potenza del sistema
- Nessuna necessità di avere più avvolgimenti secondari sui Trasformatori MT-BT: indipendentemente dal numero di inverter da cui il sistema è costituito (ad esempio, fino a 4 inverter - 8 moduli di potenza nei modelli 4400M, 5330M, 5660M, 6112M), il sistema si comporta come se fosse un 'inverter singolo', quindi non è necessario l'isolamento galvanico tra le diverse unità.
- Malgrado l'elevato numero di moduli di potenza che operano nel sito e il trasformatore MV-LV con avvolgimento singolo, si ottiene un notevole risparmio di spazio e si riduce il costo dei trasformatori.

2.3 Compatibilità con il codice di rete e funzioni di supporto alla rete.

La serie Soleil DSPX TLH 1500Vdc supporta diversi codici di rete specifici per paese, ad esempio (ma non limitati a):

- CEI 016 (Italia)
- Norma Técnica de Seguridad de calidad de Servicio (NTSCS-Cile 2014).
- PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SEIN PR-20 (Perù).
- 13. anexo_ix_requisitos_tecnicos_minimos_para_conexao_de_centrais_solar_fotovoltaica (Brasil).
- Reglas Generales de Interconexión al Sistema Electrico Nacional, Comision Reguladora de Energia (Codigo de Red, Mexico)
- South African Grid Code Requirements for Renewable Power Plants - Version 2.8.
- Namibian Grid Code '*NAMPOWER Technical Guidelines for Point of Common Coupling*'.
- Solar Energy Plants Grid Connection Code for Egypt (September 2015).
- PEA grid code (Thailand, 2015)

Le 'funzioni di supporto alla rete' sono tutte implementate nella scheda di controllo dell'unità, completamente configurabile dall'utente tramite l'interfaccia utente, per:

- Livelli di Tensione e Frequenza (Min/Max) per disconnessione.
- Diagramma "Tensione - Tempo" per le funzioni LVFRT e OVVRT. In particolare, tutti i punti del diagramma (V - t) possono essere impostati dall'utente.
- Abilitazione e disabilitazione della funzione di gestione dell'alimentazione remota (set point P e Q).
- Abilitazione e disabilitazione la generazione di energia reattiva costante nel tempo e il valore percentuale pertinente (entrambi setpoint di Q o cosphi).
- Abilitazione e disabilitazione e impostazione della modalità di funzionamento della funzione Q @ night (opzionale).
 - Ad esempio, l'utente ha la possibilità di impostare una "modalità continua" di funzionamento (l'inverter non si spegne quando viene raggiunta la condizione di bassa radiazione, ma rimane connesso in rete, generando la quantità di potenza reattiva Q come da relativo setpoint) .

- Al contrario, se è impostata la modalità 'discontinua', l'inverter si spegne quando viene raggiunta la condizione di 'bassa radiazione', ma può 'svegliarsi' dopo aver ricevuto un comando specifico, di riavvio (anche di notte, senza irraggiamento solare presente) e iniziare a generare la quantità richiesta di potenza reattiva Q come da set-point rilevato.
- Abilita e disabilita la generazione statica di funzioni di potenza reattiva Q (V) / Q (cosphi).
- Impostazione dei parametri delle funzioni di generazione statica di potenza reattiva (soglie di tensione e soglie Q).
- Abilitazione e disabilitazione della limitazione di potenza attiva dipendente dalla frequenza - P (f) e parametri rilevanti (come percentuale di caduta, soglia di avvio per statismo, percentuale di riserva di potenza durante eventi di bassa frequenza e relativa soglia di attivazione).
- Impostazione di diverse pendenze per le rampe di potenza (% di potenza vs tempo, sia per aumento che diminuzione).

Per una gestione in anello chiuso della funzioni di supporto rete, SIEL offre il proprio Power Plant Controller sviluppato autonomamente, disponibile come optional, nonché un sistema SCADA professionale completo per il monitoraggio completo e l'analisi delle prestazioni dell'intero impianto fotovoltaico.

I modelli per la simulazione dell'intera serie TLH DSPX 1500Vdc sono disponibili su richiesta per diverse piattaforme di simulazione (DigSilent, PVSyst, PSSE).

3 CONTROLLO REMOTO E MONITORAGGIO

Sono disponibili due diverse piattaforme per il monitoraggio remoto dell'apparecchiatura:

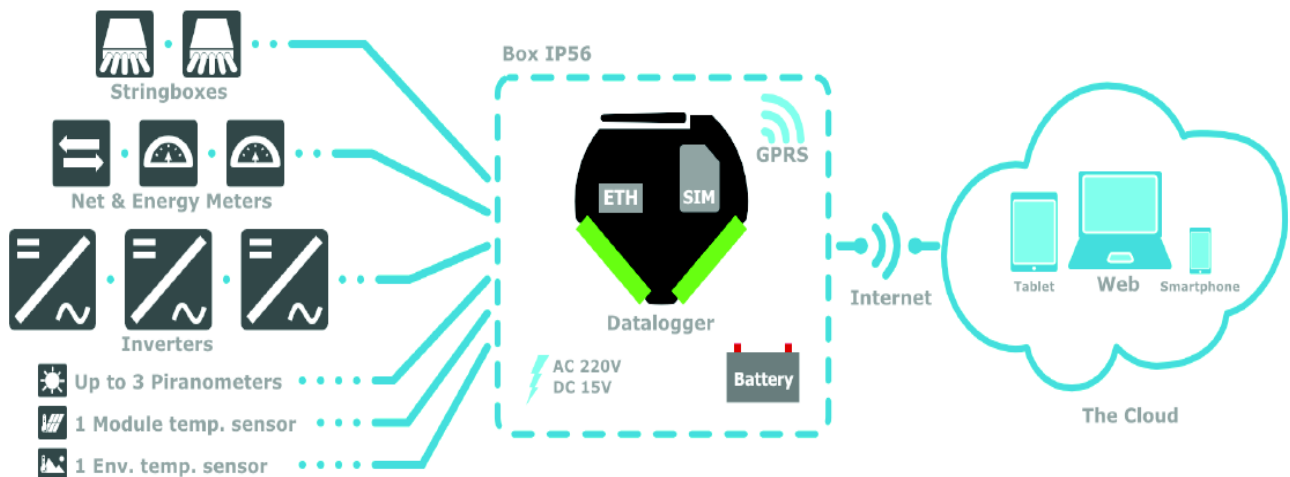
- Energy Monitor System, basato su datalogger locale all'installazione, e un SW di monitoraggio, residente su server remoto.
- Sistema professionale SCADA, installato su un server dedicato, solitamente collocato in un locale apposito, adiacente all'installazione, che supporta i principali protocolli standard orientati all'automazione per il monitoraggio e la supervisione da un sistema SCADA remoto di livello superiore (ad esempio, l'operatore di rete o il centro di controllo del conduttore dell'impianto).

Ciascuna piattaforma è più adatta a seconda della scala di potenza dell'impianto fotovoltaico e del conteggio di variabili e parametri da monitorare.

3.1 Energy Monitor

Sotto è riportata una rappresentazione schematica dell'architettura di questa piattaforma.

È composto da un datalogger industriale standard, installato sul campo e che acquisisce molti dispositivi diversi come inverter, contatori di energia, cassette di parallelo stringhe e stazioni meteo.



Grazie alla sua architettura HW molto versatile, il datalogger supporta diversi collegamenti seriali standard (RS232, RS485, CAN bus, USB ed Ethernet) e protocolli di comunicazione per l'acquisizione dei dispositivi. .

La connessione di rete avviene tramite Ethernet (a una LAN locale) o GPRS per l'accesso diretto al cloud

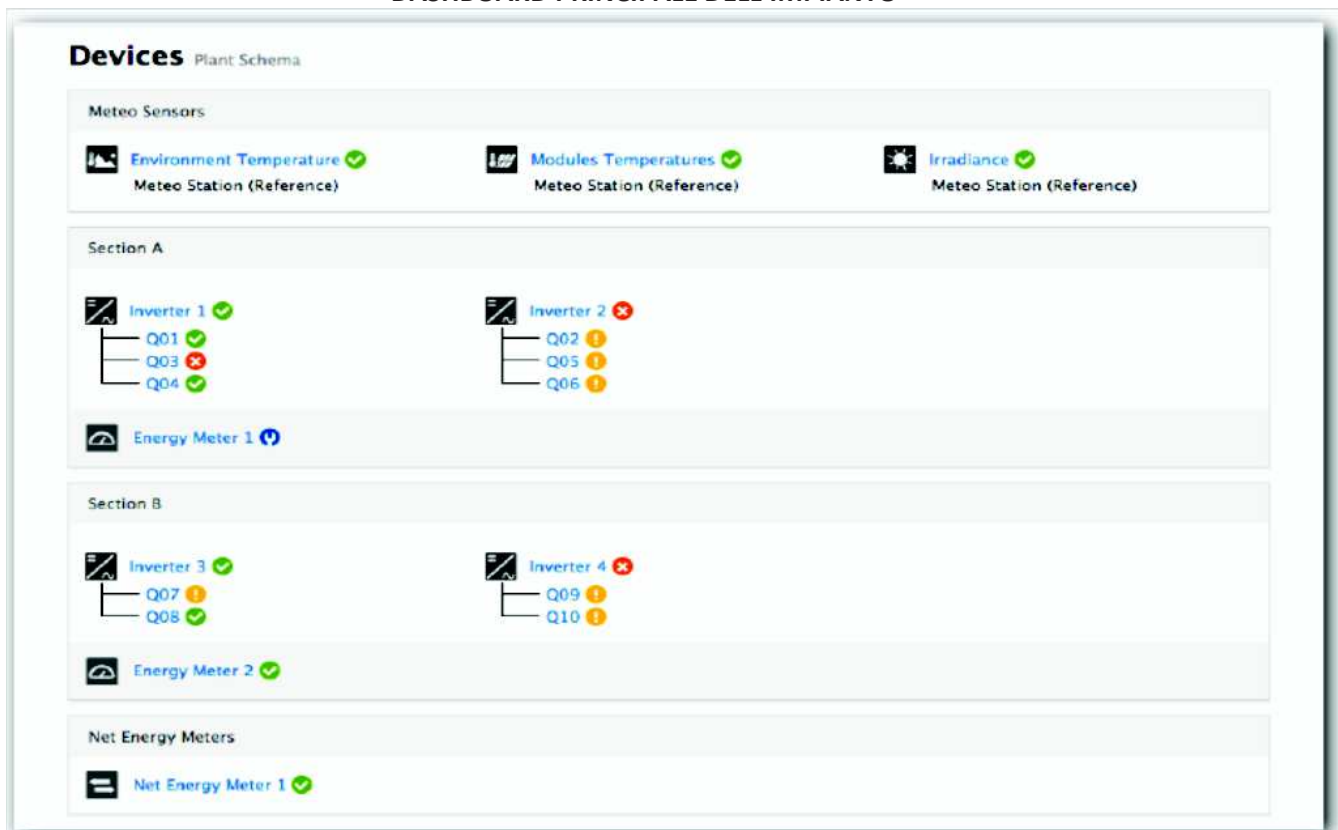
Una piattaforma web, nel cloud, riceve e analizza i dati in tempo reale, rendendoli disponibili all'utente per l'ispezione, attraverso una pagina Web standard (browser standard).

L'avviso tramite e-mail e SMS è facile da configurare.

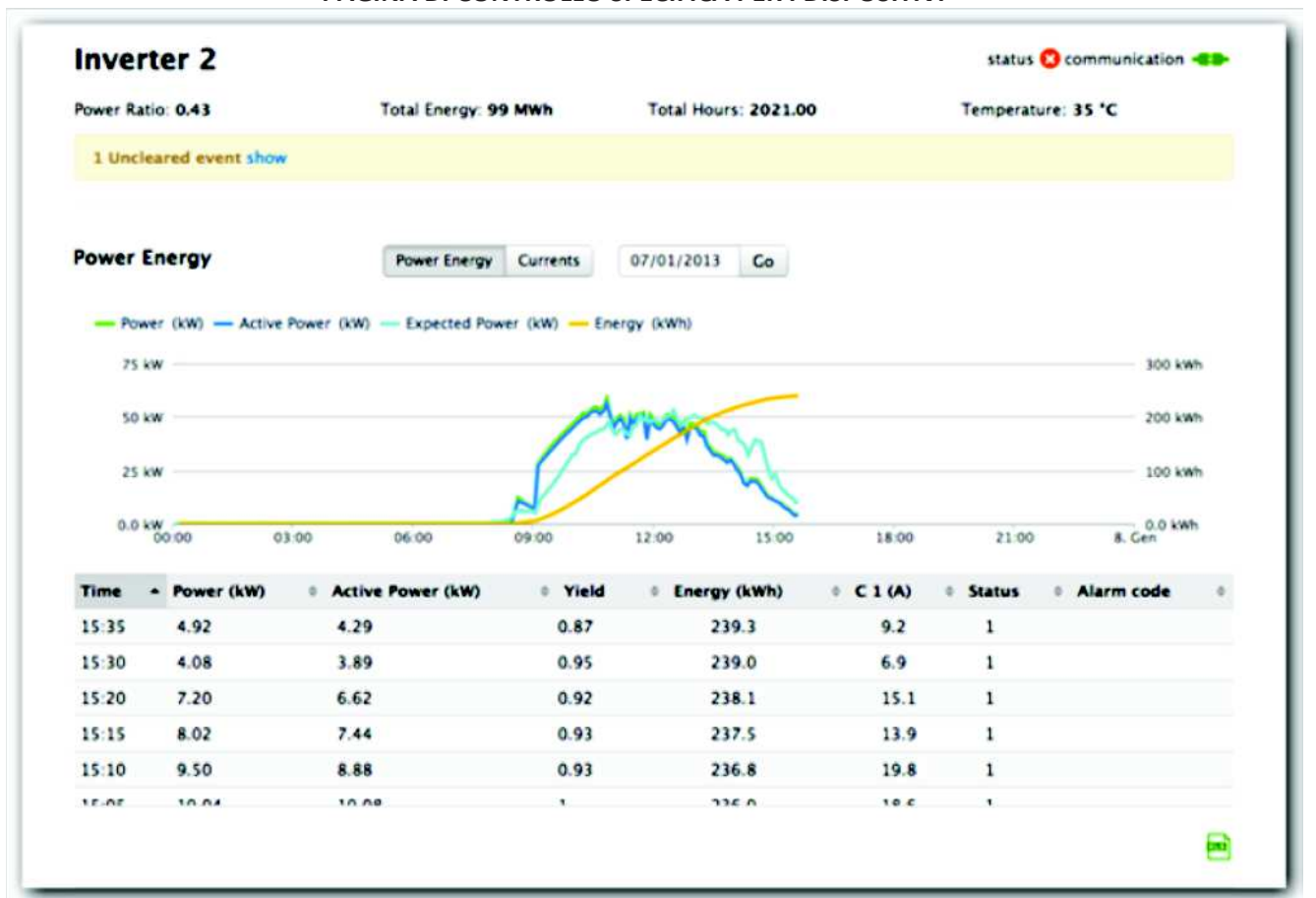
Nella pagina seguente, alcuni screenshot mostrano come l'impianto fotovoltaico viene presentato all'utente:

- Una "dashboard" principale, attraverso le icone dei dispositivi installati, fornisce una "panoramica generale" del sistema.
- Ciascun dispositivo (a seconda del tipo), ha il proprio riquadro di controllo associato (ad esempio, la figura mostra quello relativo all'inverter), dove vengono presentati i dati principali insieme alle notifiche (allarmi, protezioni) e all'andamento grafico.

DASHBOARD PRINCIPALE DELL'IMPIANTO



PAGINA DI CONTROLLO SPECIFICA PER I DISPOSITIVI



3.2 PIATTAFORMA SCADA

Una piattaforma SCADA professionale è disponibile per medi/grandi impianti fotovoltaici (>10MW).

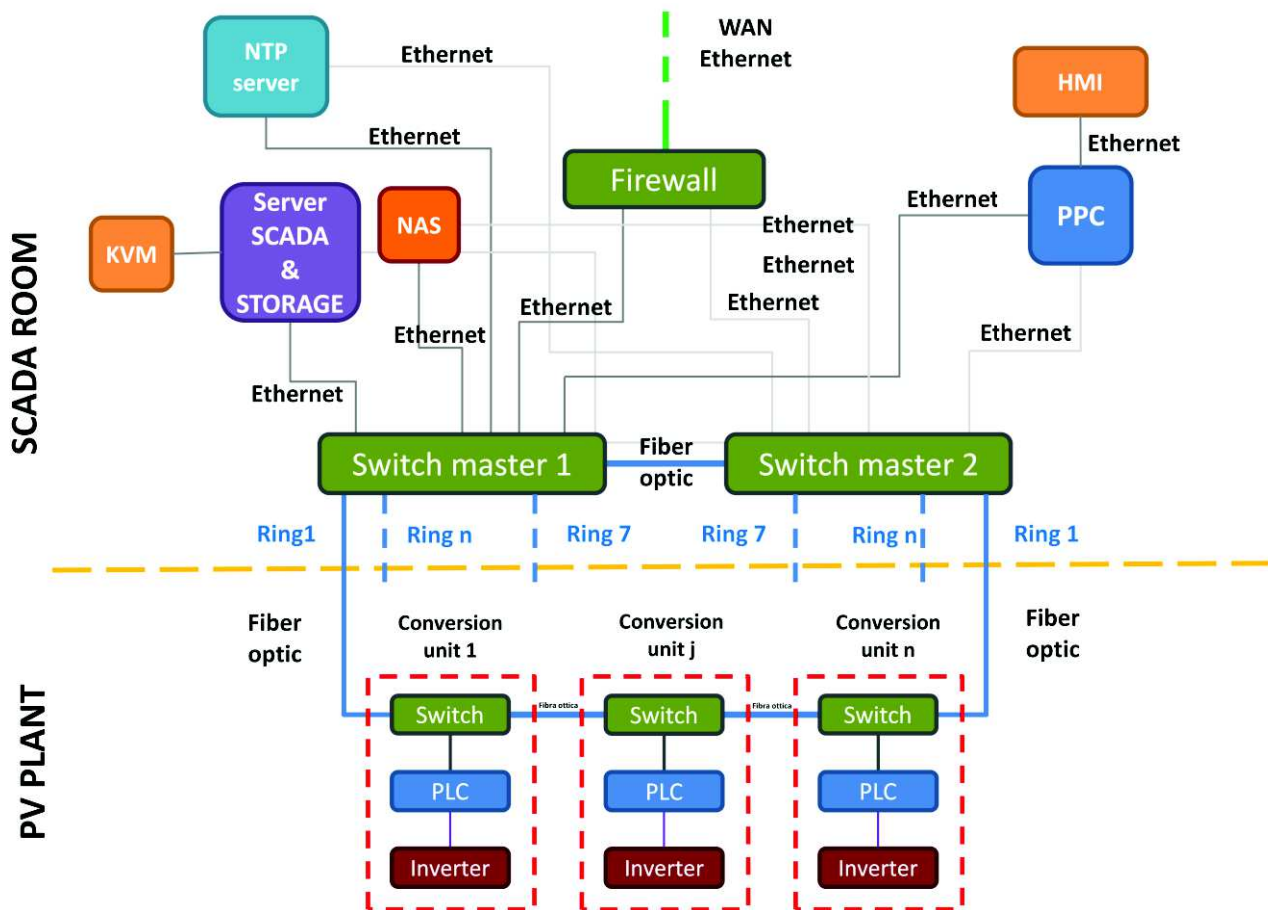
L'architettura può essere ridondante o non ridondante (dipende delle esigenze del cliente).

Le soluzioni chiavi in mano sono disponibili come configurazioni predeterminate ("proposta standard") o possono essere totalmente "su misura", in base alle specifiche e alle richieste del cliente.

L'HW del sistema deve essere installato in una "Sala SCADA" dedicata ed è composto almeno da:

- N. 1 (o più, in caso di ridondanza) SERVER SCADA, per eseguire le operazioni sSCADA.
- N.1 server NAS (opzionale).
- N.1 server NTP per la sincronizzazione del tempo del tempo di rilevazione degli eventi.
- N.1 (o più, in caso di ridondanza) switch ottici per la comunicazione.
- N.1 HMI per l'accesso locale dell'utente all'applicazione SW SCADA.

La vista schematica è rappresentata qui sotto:



Come mostrato nel diagramma, l'accesso al sistema da remoto è protetto tramite Firewall e richiede un'autenticazione con licenza, in base ai diversi diritti di accesso (utente "regolare", utente "avanzato" o amministratore di sistema).

L'impianto fotovoltaico, costituito da unità di conversione, cassette di parallelo stringhe, stazioni meteorologiche, è costantemente monitorato dalla connessione in fibra ottica che corre nell'intero campo. Il protocollo di comunicazione si basa sugli standard industriali IEC 104 o IEEE 61850.

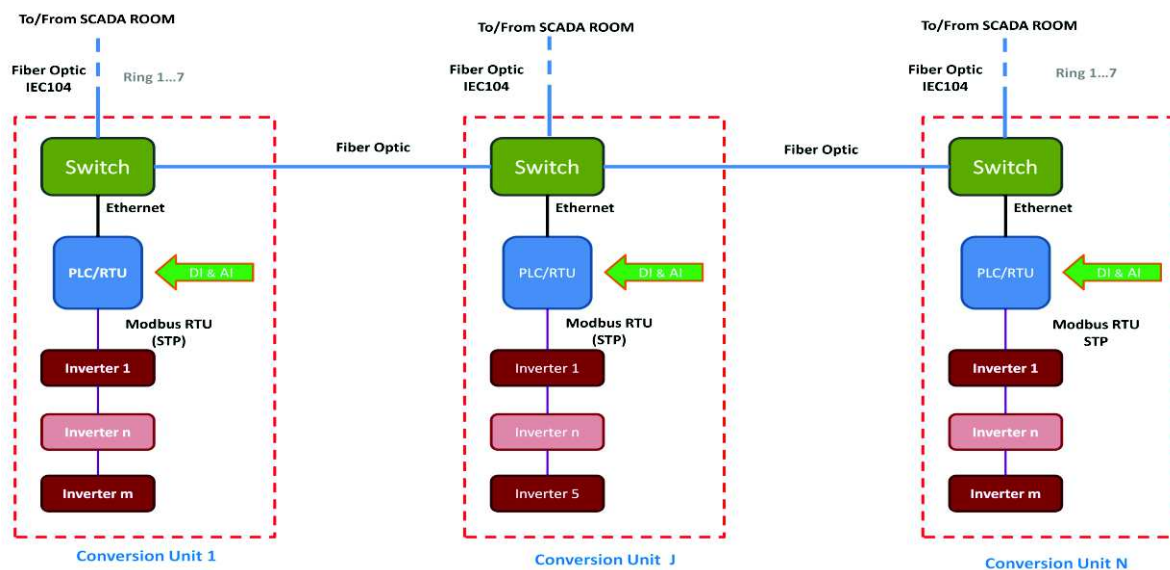
Di seguito il diagramma a blocchi, dove viene mostrata un'istantanea della filosofia di monitoraggio: ogni unità di conversione, collegata a molte altre, forma un "anello di comunicazione".

Una RTU, presente all'interno di ogni unità di conversione, raccoglie dati dagli inverter presenti, relative cassette di parallelo stringhe, contatori di energia, meteo station, I/O digitali da trasformatori MT-BT, quadri MT e BT.

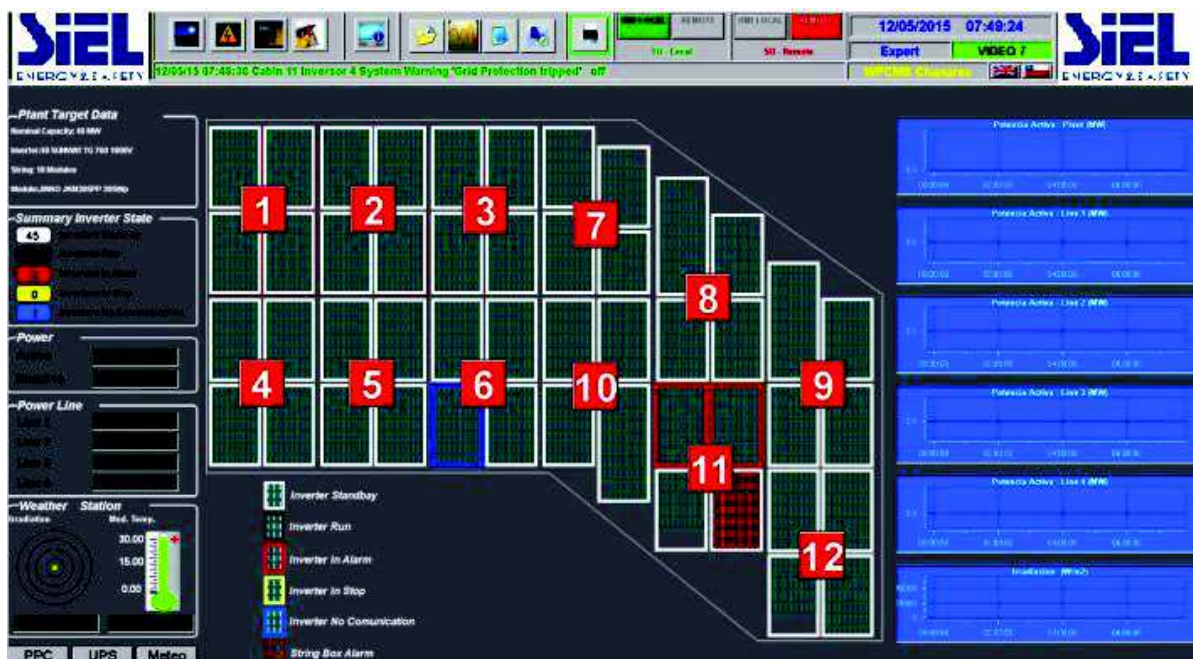
I collegamenti all'interno delle unità di conversione a livello di bus di campo, vengono eseguiti tramite cavi schermati secondo lo standard RS485 e trasportano dati in pacchetto Modbus RTU.

L'accesso dallo SCADA al bus di campo presente è garantito da uno Switch, locale per ogni unità di conversione.

Tutte le informazioni e i dati vengono inviati al server SCADA a una velocità di campionamento predeterminata.



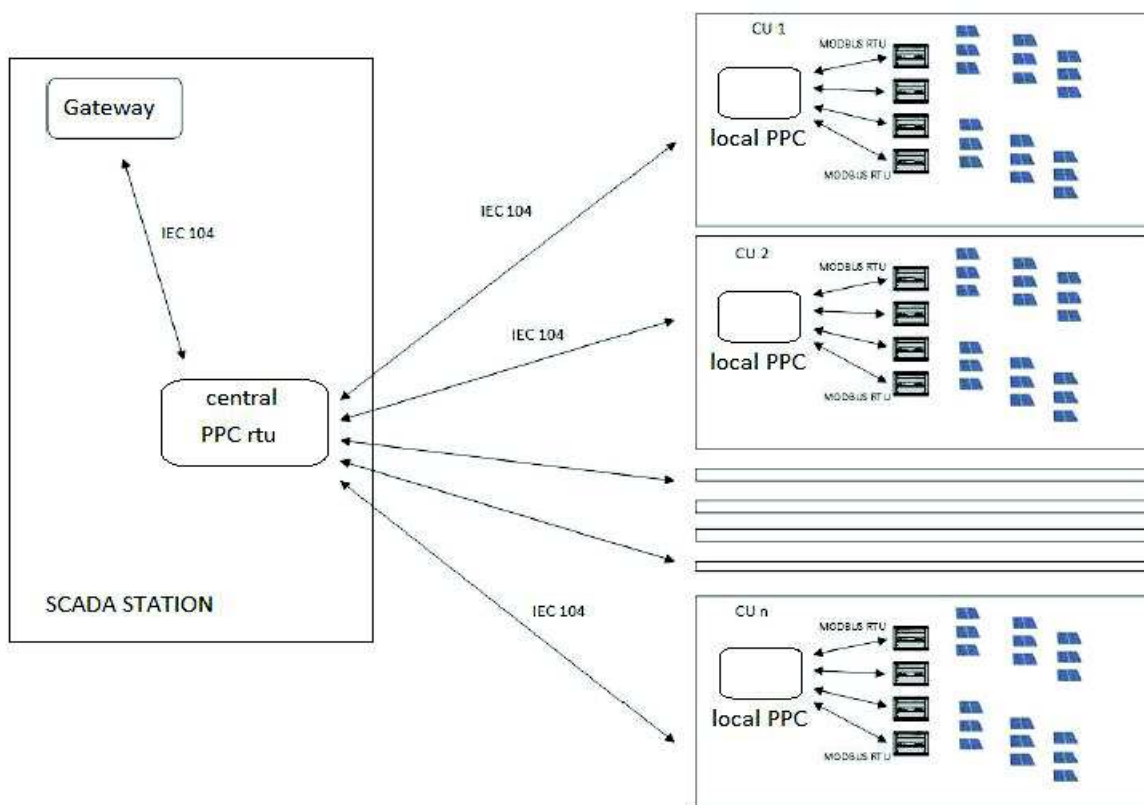
Di seguito uno screenshot tratto da un monitoraggio dell'applicazione su un impianto fotovoltaico da 40 MW:



3.3 Power Plant Controller

Il 'Plant Controller Master' è in genere un dispositivo CPU (ad es. PC industriale), installato nella SCADA ROOM, che funziona con i controller locali dell'impianto, ciascuno dei quali è installato in ogni unità di conversione.

L'hardware RTU, collegato a "Plant controller Master", fornisce segnali di feedback e misure per la regolazione.

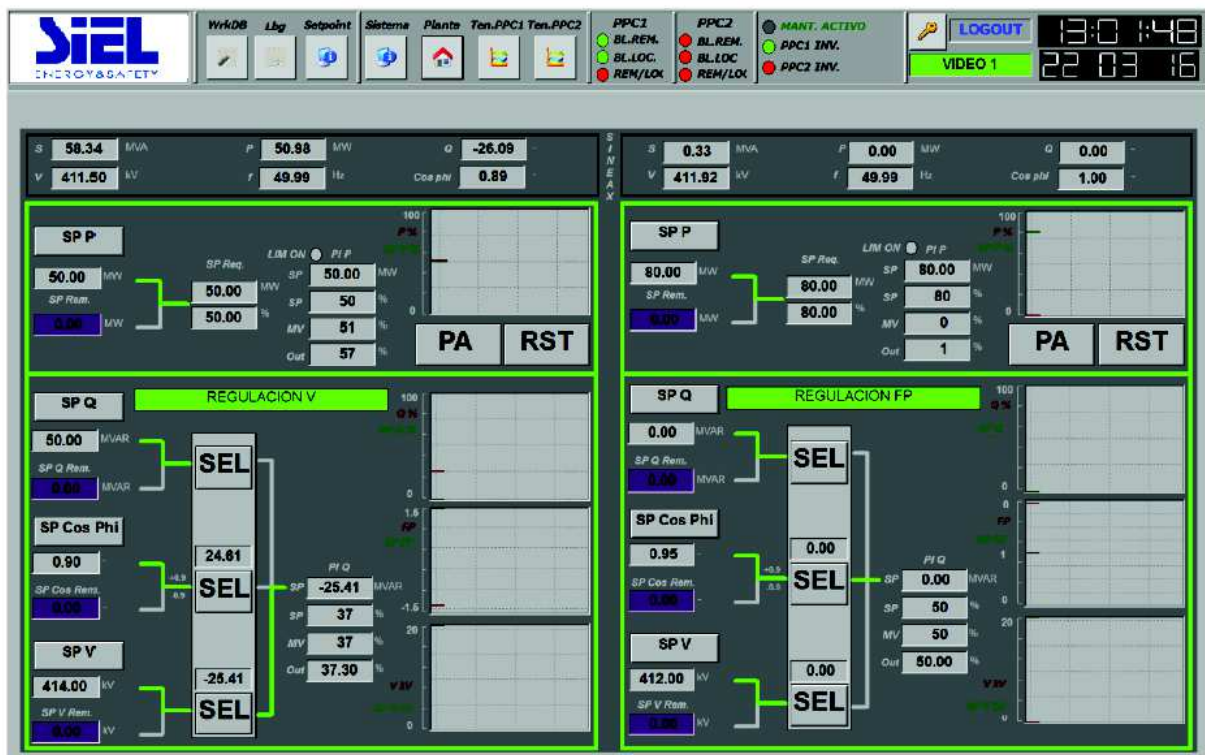


Le comunicazioni tra il controller centrale (PPC RTU) e le unità di conversione, sfruttano lo stesso collegamento già presente per SCADA (cioè la rete in fibra ottica) e comunica tramite protocollo IEC104 con RTU in cabina di conversione (PPC locale). Il PPC locale nelle unità di conversione, gestisce la comunicazione con gli inverter tramite bus di campo dedicato basato su standard STP e RS-485, che trasporta i dati in pacchetto di Modbus RTU. Il Plant Controller può impostare la potenza attiva e reattiva in base a quanto viene inviato in entrata dall'operatore di rete (TSO / DSO) o secondo i parametri rilevati dal codice di rete.

L'HW del PPC è composto da un rack standard di telecomunicazione (19 "), che contiene:

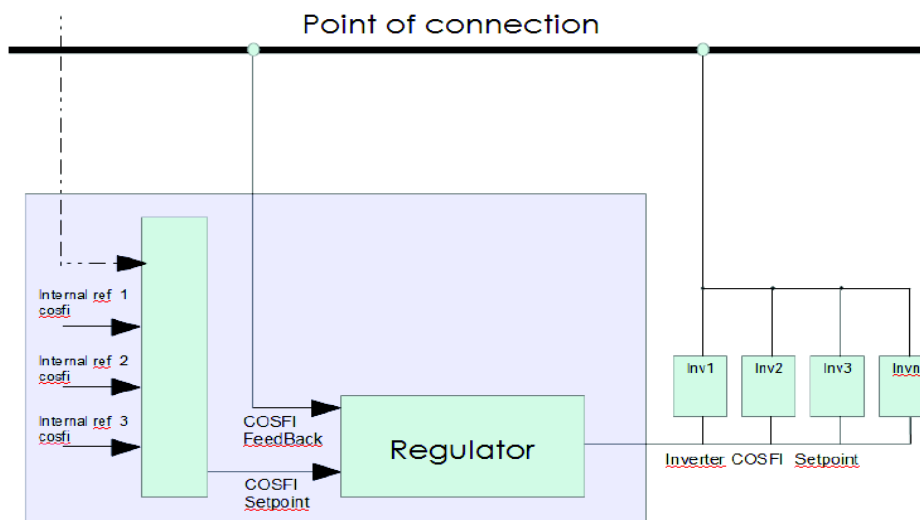
- un Panel PC, che è il "cuore" del PPC, dal quale l'operatore può accedere a tutte le funzionalità e alla modalità di impostazione del regolamento di rete. La stessa operazione (selezione della modalità operativa, modifica dei parametri e così via), può anche essere eseguita da remoto, accedendo al corretto indirizzo IP del PPC.
- Uno o più contatori di energia che acquisiscono le misure di corrente e tensione (dai trasformatori di corrente e tensione dedicati) nel punto di connessione con la rete, dove la regolazione deve proporre i suoi effetti.

Il SW è composto da un'applicazione visiva, basata su finestre intuitive per l'immissione dei parametri e l'impostazione della modalità operativa.



La schermata precedente mostra la pagina principale dell'applicazione di controllo del PPC, con le quattro funzionalità principali del PPC.

3.3.1 PCC, esempio della funzione di regolazione del 'fattore di potenza'

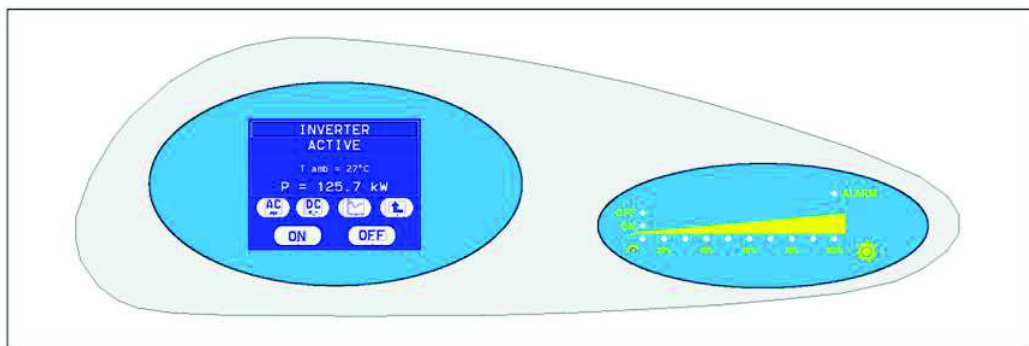


Lo schema precedente illustra la regolazione della modalità in anello chiuso eseguita dal PPC locale: nell'esempio dello schema, la regolazione del fattore di potenza viene eseguita dalla logica del PPC locale in qualsiasi unità di conversione, misurando tensioni e correnti nel punto di consegna (o connessione) o ricevendo queste misure dal PPC remoto. Basandosi sulle letture di V e I, i valori istantanei di P (Potenza attiva), Q (Potenza reattiva) e cosphi vengono calcolati. Questo valore viene quindi comparato col valore di riferimento (set-point) del cosphi e inviato al regolatore.

L'uscita del regolatore diventerà il punto di riferimento (setpoint) del cosphi per ogni inverter dell'impianto per far sì che generino la giusta quantità di P e Q, tale da mantenere il valore reale di cosphi nel punto di connessione, costantemente il più vicino possibile al suo punto di riferimento.

4 GUIDA RAPIDA

Il pannello di controllo è costituito da un display monocromatico di tipo 'touch' e da un pannello a LED, che indica il livello di Potenza istantanea generate. Questo display ha la funzione sia di visualizzazione delle misure di macchina, sia di interfaccia utente per l'immissione o il cambio dei principali parametro di funzionamento dell'inverter.



I vari led LED che compongono il pannello, hanno i seguenti significati:

- **ALARME:** si illumina quando l'inverter si è fermato a causa di un allarme grave o dell'intervento di una protezione.
- **OFF:** si illumina quando l'inverter è in stato di 'INVERTER DISABILITATO'.
- **ON:** si illumina quando l'inverter inizia a generare potenza in rete ('INVERTER IN GENERAZIONE').
- **ON e OFF lampeggianti alternativamente:** ciò si verifica durante la prima partenza della macchina e nello stato di 'INVERTER ABILITATO', oppure dopo che si è verificato un errore, immediatamente prima di chiudere il contattore e riprendere il processo di generazione.
- **BARRA LED DELLA POTENZA:** il numero di LED accesi contemporaneamente è proporzionale alla percentuale di Potenza generate in rete.

In un sistema costituito da più inverter, è necessario avviare ciascun inverter soltanto una volta.

Per avviare l'inverter:

- Verificare che i cavi di ingresso DC e uscita AC siano correttamente collegati e serrati.
- Verificare che i contatti di 'EPO' ed 'EXTERNAL START INVERTER' siano chiusi. Come condizione di default, al primo avviamento, entrambi questi contatti risultano chiusi, in quanto cortocircuitati durante la fase di collaudo dell'inverter.
- Chiudere l'interruttore di uscita AC. Dopo aver chiuso dell'interruttore, le logiche di macchina si alimentano, viene emesso un 'beep' acustico e il display mostra un messaggio di benvenuto.

Immediatamente dopo aver mostrato il messaggio di benvenuto, sul display appare la seguente schermata 'principale':



Le due righe poste nella parte alta del display, mostrano I messaggi di stato e di allarme, in rotazione continua. Immediatamente dopo che la prima alimentazione dell'inverter, i messaggi che compaiono in rotazione sono I seguenti:

- INVERTER DISABILITATO.
- CONTATTORE APERTO.
- TENSIONE RETE OK.
- FREQUENZA RETE OK.

Premendo il tasto 'ON' sul "touch screen" e dando conferma premendo il tasto 'ENTER' come mostrato in figura, l'inverter passa in condizione di 'INVERTER ABILITATO', mentre I led di ON e OFF lampeggiano in modo alternato.



In questa condizione, sul display compaiono i seguenti messaggi:

- INVERTER ABILITATO.
- CONTATTORE APERTO.
- TENSIONE RETE OK.
- FREQUENZA RETE OK.

A questo punto, l'inverter attende che I parametri di rete siano visti validi per almeno 5 minuti, trascorsi i quali la generazione di Potenza può avere inizio.

Durante la generazione, il LED di 'ON' rimane illuminato e sul display sono presenti i seguenti messaggi:

- INVERTER IN GENERAZIONE.
- CONTATTOR CHIUSO.
- TENSIONE RETE OK.
- FREQUENZA RETE OK.

Il modo di funzionamento standard dell'inverter è la modalità 'AUTOMATICA', ovvero con l'algoritmo di ricerca della massima potenza (MPPT) abilitato.

Durante il regolare funzionamento, se la tensione del campo fotovoltaico scende al di sotto della soglia minima o il livello di Potenza generate è troppo basso (inferiore al 1,5% della Potenza nominale dell'inverter), l'inverter commuta il proprio stato in 'INVERTER ABILITATO', interrompe la generazione di potenza in rete e attiva un timer che conta 6 minuti.

In questa condizione, sul display compaiono I seguenti messaggi:

- INVERTER ABILITATO.
- CONTATTORE APERTO.
- TENSIONE RETE OK.
- FREQUENZA RETE OK.
- IRRAGGIAMENTO INSUFFICIENTE.

Quando il timer ha terminato di contare i 6 minuti, se i parametri di rete (tensione e frequenza) sono corretti, l'inverter riparte, chiude il contattore AC e riprende a generare potenza in rete.

Se i suddetti parametri di rete non sono idonei (tensione e frequenza fuori dal proprio intervallo di accettazione), l'inverter rimane nello stato di 'INVERTER ABILITATO', i led di ON e OFF lampeggiano alternativamente e sul display compare la sequenza di messaggi:

- INVERTE ABILITATO.
- CONTATTORE APERTO.
- FREQUENZA DI RETE FUORI DAI LIMITI oppure TENSIONE DI RETE FUORI DAI LIMITI.

Quando le corrette condizioni di rete si ripristinano, l'inverter riparte, chiude il contattore AC e riprende a generare potenza in rete.

Per disabilitare l'inverter, occorre premere il tasto OFF sul display, senza alcuna conferma.

L'inverter si spegne e questa condizione viene indicata dall'illuminarsi del LED giallo.

In questa condizione, l'inverter non genera potenza in rete, pertanto essa deve essere considerata come condizione di temporanea messa 'fuori servizio' della macchina (per es. necessaria prima di eseguire qualsiasi attività di manutenzione).

5 CENNI DI BASE SULL'INSTALLAZIONE

Questo capitolo contiene un breve sommario dei criteri per eseguire una corretta installazione di un sistema 'multi-inverter', per ottenere in modo rapido ed affidabile la prima messa in funzionamento del sistema.

5.1 Posizionamento dell'inverter e ventilazione

Il posizionamento degli inverter deve tenere in considerazione il tipo e l'ambiente di installazione:

- **Installazione dentro locale Tecnico in una cabina elettrica dedicata** (in cemento): l'inverter può essere posizionato sia su un pavimento flottante che su un pavimento in cemento (in questo caso, i cavi di potenza devono essere fatti scorrere dentro appositi cunicoli sotto il pavimento, in modo da poter essere collegati ai terminali di potenza dell'inverter). In entrambi i casi, occorre impiegare un kit di montaggio dedicato fornito da SIEL, per ancorare gli inverter alla superficie di appoggio.
- **Installazione dentro una Stazione di Conversione in Container:** il miglior posizionamento possibile, è quello di piazzare l'inverter su una cornice metallica rialzata rispetto al pavimento del container, per tutto il perimetro di appoggio dell'inverter. Anche in questo caso, occorre impiegare un kit di montaggio dedicato fornito da SIEL, in modo da ancorare in modo affidabile gli inverter alla superficie di appoggio.

Indipendentemente dal tipo di installazione, l'inverter deve essere posto su una superficie il più possibile orizzontale, con capacità di carico minima di 1000kg per metro quadrato.

Se il sistema è 'multi-inverter', tutti gli inverter devono essere collocati uno accanto all'altro, con il frontale rivolto dalla stessa parte, come nella figura qui sotto (evitare la disposizione 'back-to-back'):

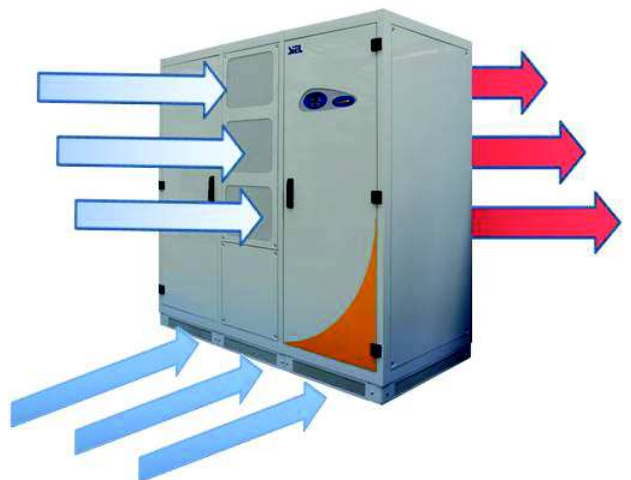


L'aspirazione dell'aria di raffreddamento avviene dal frontale, lo scarico dell'aria calda in uscita dalla parte posteriore, come nella figura qui sotto.

Occorre mantenere un'adequata distanza da pareti chiuse, sia sul fronte che sul retro (1 metro) in modo da garantire un'adequata ventilazione.

La tabella seguente mostra i requisiti minimi di portata aria:

Model	Air flow (m ³ /h)
550, 665, 708, 764	5500
1100M, 1330M, 1415M, 1528M	11000
2200M, 2660M, 2830M, 3056M	22000
3300M, 4000M, 4245M, 4584M	33000
4400M, 5330M, 5660M, 6112M	44000

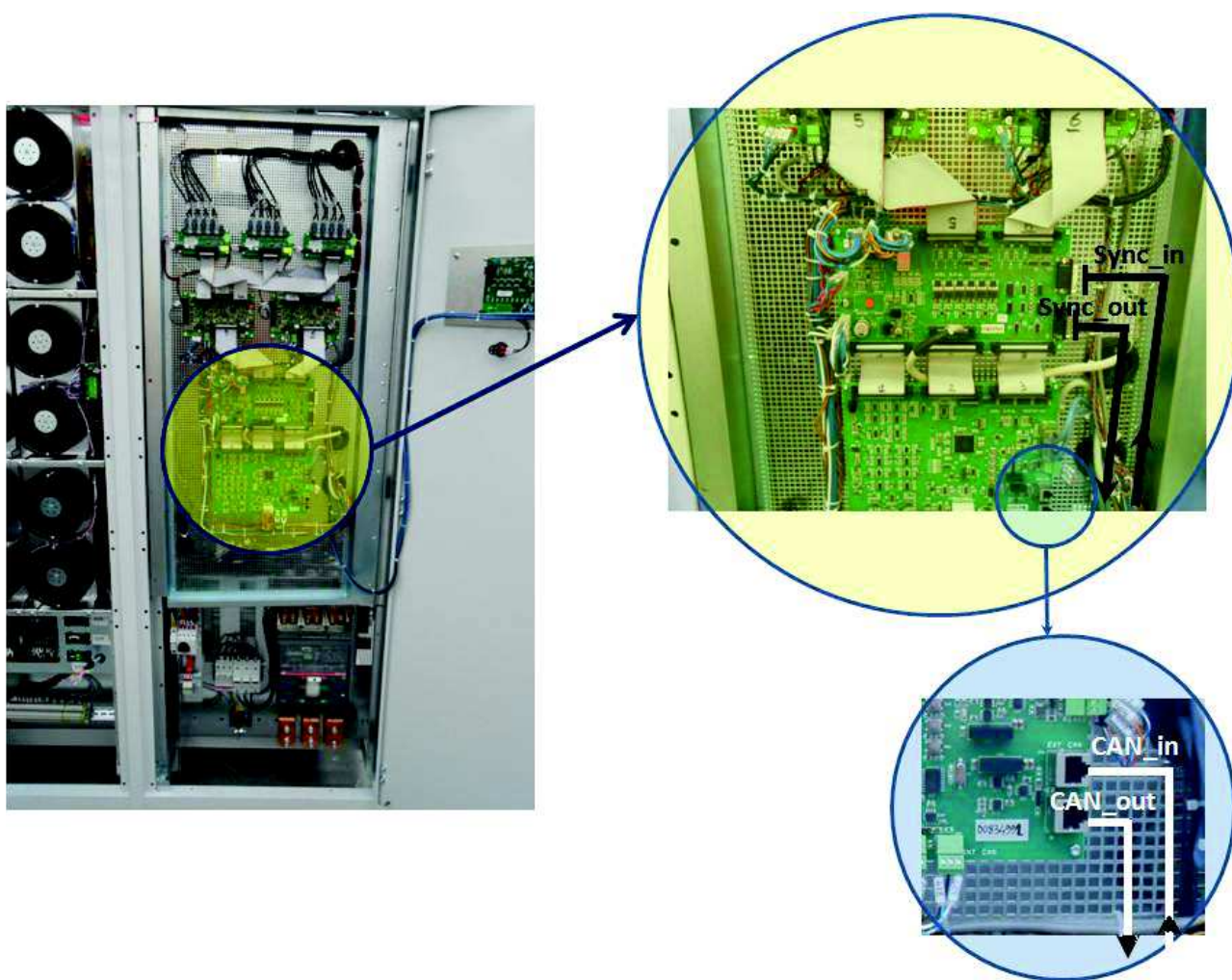


5.2 Cavo di sincronizzazione e CAN-bus (per sistemi 'multi-inverter')

Nei modelli 'multi-inverter' (2200M, 2660M, 2830M, 3056M, 3300M, 4000M, 4245M, 4400M, 4584M, 5330M, 5660M, 6112M), ciascun inverter è connesso con il successivo, mediante un collegamento di segnale di tipo 'entra-esce' utilizzato per:

- Canale di sincronizzazione: i comandi di accensione degli IGBT, tutti sincronizzati tra loro, vengono ricevuti da un inverter sulla scheda 'PWM Interface Board' e ritrasmessi all'inverter successivo, mediante un cavo multi-polare schermato, terminato con un connettore DIN (collegamenti '**Sync_in**' & '**Sync_out**' nella figura sottostante).
- Canale di comunicazione CAN-bus: il collegamento CAN, che trasporta le informazioni di stato di ciascun inverter, è ricevuto da un inverter sulla scheda 'DSP board' e ritrasmesso all'inverter successive, mediante cavo multi-polare schermato, terminato con un connettore di tipo CAT5- RJ45 (collegamenti '**CAN_in**' & '**CAN_out**' nella figura sottostante).

Questi due collegamenti sono indispensabili per il funzionamento in modalità 'Master & Slave' del sistema.

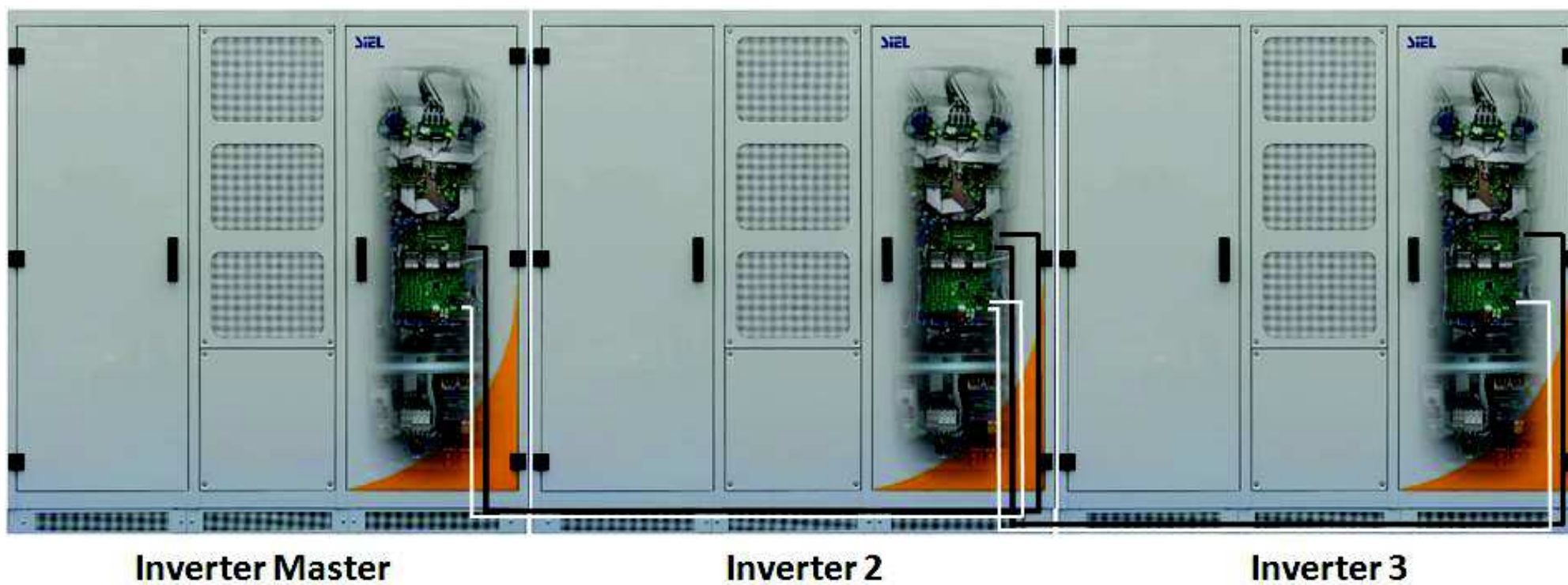


In un sistema 'multi-inverter', la lunghezza complessiva di entrambe queste connessioni ('sync' e 'CAN'), deve essere mantenuta più corta possibile e, comunque, inferiore a 20m, al fine di garantire un'appropriata qualità dei segnali trasmessi e il rispetto dei vincoli relativi ai tempi di propagazione dei segnali stessi.

Questo è il motivo principale per cui, come già raccomandato in precedenza, è necessario mantenere gli inverter allineati l'un l'altro, con il frontale rivolto sempre dalla stessa parte.

La figura nella prossima pagina, mostra un esempio di percorso dei segnali 'Sync' e 'CAN' in un sistema 'multi-inverter' composto da 3 unità.

ESEMPIO DI CONNESSIONI DI SINCORNISMO E CAN IN UN SISTEMA 'MULTI-INVERTER' (DSPX TLH 4000M)



- Connessioni di sincronismo: linee nere.
- Connessioni CAN: linee bianche.

6 TABELLE DATI TECNICI

6.1 Famiglia 1: Tensione di uscita moduli 530Vac.

SOLEIL DSPX TLH 1500	550	1100M (*)	2200M (*)	3300M (*)	4400M (*)
Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli					
Nominale [kWp]	559	1116	2227	3336	4447
Massima [kWp]	699	1395	2784	4170	5559
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
Ingresso DC – Specifiche tecniche					
Intervallo operativo di tensione [V] ⁷	800 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] ⁷	800 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	800				
Tensione minima DC [V]	800				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	699	1395	2784	4170	5559
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	874	1744	3480	5213	6949
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
Uscita lato AC					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] ¹	550	1100	2200	3300	4400
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] ¹	594	1188	2376	3564	4752
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] ¹	594	1188	2376	3564	4752
Tensione Nominale rms [V]	530				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] ²	600	1199	2397	3595	4794
Corrente Massima Imax [A] ³	719	1438	2876	4314	5752
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] ⁴	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] ⁴	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] ⁴	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] ⁵	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] ⁶	99,45 (**)	99,45 (**)	99,45 (**)	99,45 (**)	99,45 (**)
Euro Efficienza [%] ⁶	99,21 (**)	99,21 (**)	99,24 (**)	99,24 (**)	99,22 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) ¹	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente di cortocircuito [A]	1079	2157	4314	6471	8628

Altri Dati					
Sistema di ventilazione	Aria Forzata				
Potenza Dissipata a vuoto [W]	80	80	80	80	80
Controllo	DSP				
Forma d'onda d'uscita	Sinusoidale				
Intervallo di temperature di funzionamento [°C]	-20°C / + 51°C				
Massima Temperatura di Funzionamento [C°]	+60				
Intervallo di temperature di stoccaggio [°C]	-25°C / + 70°C				
Intervallo di umidità ammesso	5% / 95%				
Massima altitudine per funzionamento senza limitazione di Potenza alla massima temperature ambiente (+51°C)	2000 (s.l.m)				
Declassamento in potenza con l'altitudine	1% ogni 100m sopra i 2000m				
Categoria Ambientale	INDOOR				
Grado di inquinamento	PD3				
Classe di sovratensione (ingresso DC)	Class II				
Classe di sovratensione (uscita AC)	Class II				
Caratteristiche Meccaniche					
Classe di Protezione	IP20				
Rumore Acustico [dBA]	65	69	69	69	69
Dimensioni basamento a terra (LxD) [mm]	2000/1000	2000/1000	4000/1000	6000/1000	8000/1000
Dimensioni complessive (LxDxH) [mm]	2000/1000/2000	2000/1000/2000	4000/1000/2000	6000/1000/2000	8000/1000/2000
Peso [kg]	1600	1800	3600	5400	7200

(*): funzionante in modalità **Master & Multi-Slave logic**

(**): Valori di efficienza misurati da laboratorio indipendente. Test report disponibili a richiesta. Valori misurati in accordo alla IEC EN 50530. Misure effettuate a tensione DC di ingresso di 800V.

6.2 Famiglia 2: Tensione di uscita moduli 600Vac.

SOLEIL DSPX TLH 1500	665	1330M(*)	2660M(*)	4000M(*)	5330M(*)
Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli					
Nominale [kWp]	676	1349	2693	4033	5377
Massima [kWp]	845	1686	3366	5041	6721
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
Ingresso DC – Specifiche tecniche					
Intervallo operativo di tensione [V] ⁷	900 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] ⁷	900 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	900				
Tensione minima DC [V]	900				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	751	1498	2991	4480	5974
Corrente cortocircuito [Isc] [A]	939	1873	3740	5602	7469
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
Uscita lato AC					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] ¹	665	1330	2660	3990	5320
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] ¹	699	1397	2793	4190	5586
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] ¹	699	1397	2793	4190	5586
Tensione Nominale rms [V]	600				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] ²	640	1280	2564	3839	5127
Corrente Massima Imax [A] ³	748	1496	2991	4487	5982
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] ⁴	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] ⁴	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] ⁴	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] ⁵	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] ⁶	99,52 (**)	99,52 (**)	99,52 (**)	99,52 (**)	99,52 (**)
Euro Efficienza [%] ⁶	99,38 (**)	99,31 (**)	99,33 (**)	99,34 (**)	99,32 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) ¹	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente di cortocircuito [A]	1122	2244	4486,5	6730,5	8973

Altri Dati					
Sistema di ventilazione	Aria Forzata				
Potenza Dissipata a vuoto [W]	80	80	80	80	80
Controllo	DSP				
Forma d’onda d’uscita	Sinusoidale				
Intervallo di temperature di funzionamento [°C]	-20°C / + 51°C				
Massima Temperatura di Funzionamento [C°]	+60				
Intervallo di temperature di stoccaggio [°C]	-25°C / + 70°C				
Intervallo di umidità ammesso	5% / 95%				
Massima altitudine per funzionamento senza limitazione di Potenza alla massima temperature ambiente (+51°C)	2000 (s.l.m)				
Declassamento in potenza con l’altitudine	1% ogni 100m sopra i 2000m				
Categoria Ambientale	INDOOR				
Grado di inquinamento	PD3				
Classe di sovratensione (ingresso DC)	Class II				
Classe di sovratensione (uscita AC)	Class II				
Caratteristiche Meccaniche					
Classe di Protezione	IP20				
Rumore Acustico [dBA]	65	69	69	69	69
Dimensioni basamento a terra (LxD) [mm]	2000/1000	2000/1000	4000/1000	6000/1000	8000/1000
Dimensioni complessive (LxDxH) [mm]	2000/1000/2000	2000/1000/2000	4000/1000/2000	6000/1000/2000	8000/1000/2000
Peso [kg]	1600	1800	3600	5400	7200

(*): funzionante in modalità **Master & Multi-Slave logic**

(**): Valori di efficienza misurati da laboratorio indipendente. Test report disponibili a richiesta. Valori misurati in accordo alla IEC EN 50530. Misure effettuate a tensione DC di ingresso di 900V.

6.3 Famiglia 3: Tensione di uscita moduli 640Vac.

SOLEIL DSPX TLH 1500	708	1415M(*)	2830M(*)	4245M(*)	5660M(*)
Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli					
Nominale [kWp]	718	1435	2865	4291	5721
Massima [kWp]	899	1794	3582	5364	7152
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
Ingresso DC – Specifiche tecniche					
Intervallo operativo di tensione [V] ⁷	950 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] ⁷	950 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	1170				
Tensione minima DC [V]	950				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	757	1511	3016	4517	6023
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	947	1889	3770	5647	7529
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
Uscita lato AC					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] ¹	707,5	1415	2830	4245	5660
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] ¹	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] ¹	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Tensione Nominale rms [V]	640				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] ²	639	1277	2553	3830	5106
Corrente Massima Imax [A] ³	724	1447	2894	4341	5787
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] ⁴	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] ⁴	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] ⁴	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] ⁵	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] ⁶	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)
Euro Efficienza [%] ⁶	99,29 (**)	99,33 (**)	99,36 (**)	99,36 (**)	99,35 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) ¹	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente di cortocircuito [A]	1086	2170,5	4341	6511,5	8680,5

Altri Dati					
Sistema di ventilazione	Aria Forzata				
Potenza Dissipata a vuoto [W]	80	80	80	80	80
Controllo	DSP				
Forma d'onda d'uscita	Sinusoidale				
Intervallo di temperature di funzionamento [°C]	-20°C / + 51°C				
Massima Temperatura di Funzionamento [C°]	+60				
Intervallo di temperature di stoccaggio [°C]	-25°C / + 70°C				
Intervallo di umidità ammesso	5% / 95%				
Massima altitudine per funzionamento senza limitazione di Potenza alla massima temperature ambiente (+51°C)	2000 (s.l.m)				
Declassamento in potenza con l'altitudine	1% ogni 100m sopra i 2000m				
Categoria Ambientale	INDOOR				
Grado di inquinamento	PD3				
Classe di sovratensione (ingresso DC)	Class II				
Classe di sovratensione (uscita AC)	Class II				
Caratteristiche Meccaniche					
Classe di Protezione	IP20				
Rumore Acustico [dBA]	65	69	69	69	69
Dimensioni basamento a terra (LxD) [mm]	2000/1000	2000/1000	4000/1000	6000/1000	8000/1000
Dimensioni complessive (LxDxH) [mm]	2000/1000/2000	2000/1000/2000	4000/1000/2000	6000/1000/2000	8000/1000/2000
Peso [kg]	1600	1800	3600	5400	7200

(*): funzionante in modalità **Master & Multi-Slave logic**

(**): Valori di efficienza misurati da laboratorio indipendente. Test report disponibili a richiesta. Valori misurati in accordo alla IEC EN 50530. Misure effettuate a tensione DC di ingresso di 955V.

6.4 Famiglia 4: Tensione di uscita moduli 640Vac.

SOLEIL DSPX TLH 1500	764	1528M(*)	3056M(*)	4584M(*)	6112M(*)
Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli					
Nominale [kWp]	813	1622	3239	4851	6468
Massima [kWp]	1017	2028	4049	6064	8085
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
Ingresso DC – Specifiche tecniche					
Intervallo operativo di tensione [V] ⁷	1020 - 1480				
Intervallo di tensione di MPPT [V] ⁷	1020 - 1450				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	1020				
Tensione minima DC [V]	1020				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	798	1591	3176	4756	6342
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	998	1989	3970	5946	7927
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
AC output side					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] ¹	764	1528	3056	4584	6112
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] ¹	800	1600	3200	4800	6400
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] ¹	800	1600	3200	4800	6400
Tensione Nominale rms [V]	640				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] ²	690	1379	2757	4136	5514
Corrente Massima Imax [A] ³	722	1444	2887	4331	5774
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] ⁴	100% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] ⁴	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] ⁴	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] ⁵	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] ⁶	99,67 (**)	99,67 (**)	99,67 (**)	99,67 (**)	99,67 (**)
Euro Efficienza [%] ⁶	98,84 (**)	99,39 (**)	99,53 (**)	99,56 (**)	99,61 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) ¹	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente di cortocircuito [A]	1083	2166	4330	6496	8661

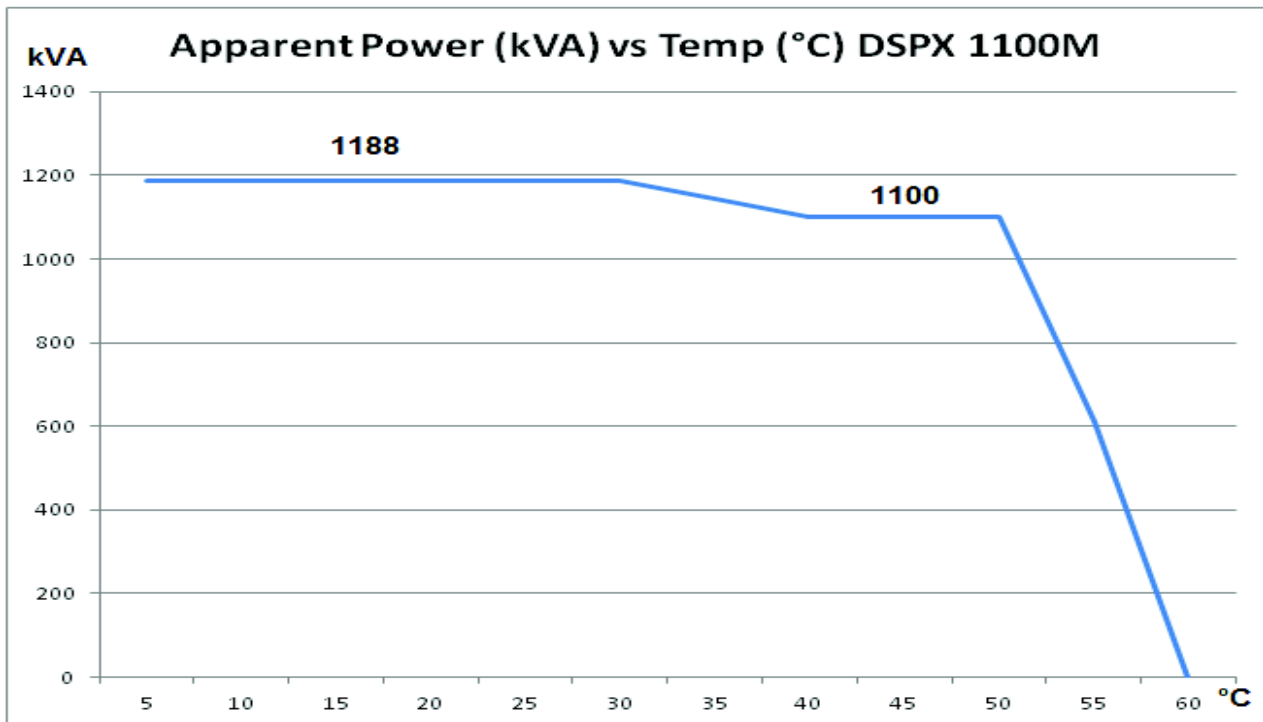
Altri Dati					
Sistema di ventilazione	Aria Forzata				
Potenza Dissipata a vuoto [W]	80	80	80	80	80
Controllo	DSP				
Forma d'onda d'uscita	Sinusoidale				
Intervallo di temperature di funzionamento [°C]	-20°C / + 51°C				
Massima Temperatura di Funzionamento [C°]	+60				
Intervallo di temperature di stoccaggio [°C]	-25°C / + 70°C				
Intervallo di umidità ammesso	5% / 95%				
Massima altitudine per funzionamento senza limitazione di Potenza alla massima temperature ambiente (+51°C)	2000 (s.l.m)				
Declassamento in potenza con l'altitudine	1% ogni 100m sopra i 2000m				
Categoria Ambientale	INDOOR				
Grado di inquinamento	PD3				
Classe di sovratensione (ingresso DC)	Class II				
Classe di sovratensione (uscita AC)	Class II				
Caratteristiche Meccaniche					
Classe di Protezione	IP20				
Rumore Acustico [dBA]	65	69	69	69	69
Dimensioni basamento a terra (LxD) [mm]	2000/1000	2000/1000	4000/1000	6000/1000	8000/1000
Dimensioni complessive (LxDxH) [mm]	2000/1000/2000	2000/1000/2000	4000/1000/2000	6000/1000/2000	8000/1000/2000
Peso [kg]	1600	1800	3600	5400	7200

(*): funzionante in modalità **Master & Multi-Slave logic**

(**): Valori di efficienza misurati da laboratorio indipendente. Test report disponibili a richiesta. Valori misurati in accordo alla IEC EN 50530. Misure effettuate a tensione DC di ingresso di 1030V.

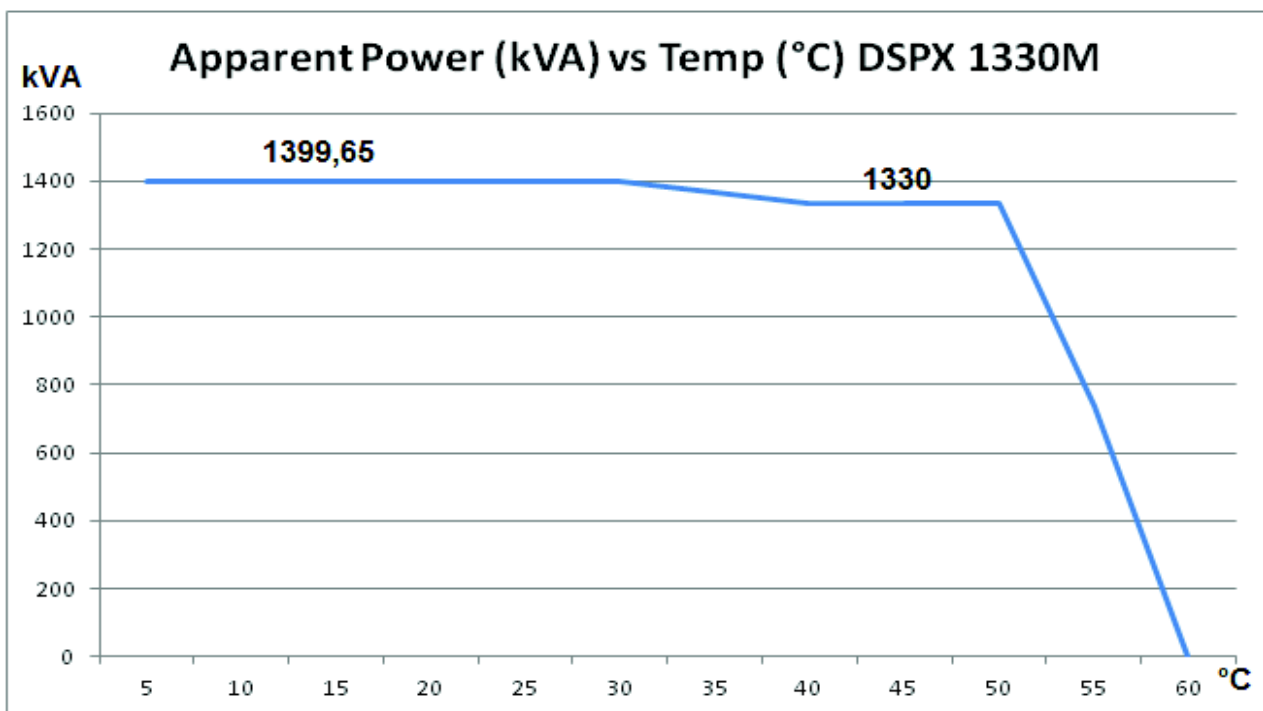
6.5 Andamento della Potenza Apparente in funzione della temperatura

Soleil DSPX "Famiglia 1" 1100M



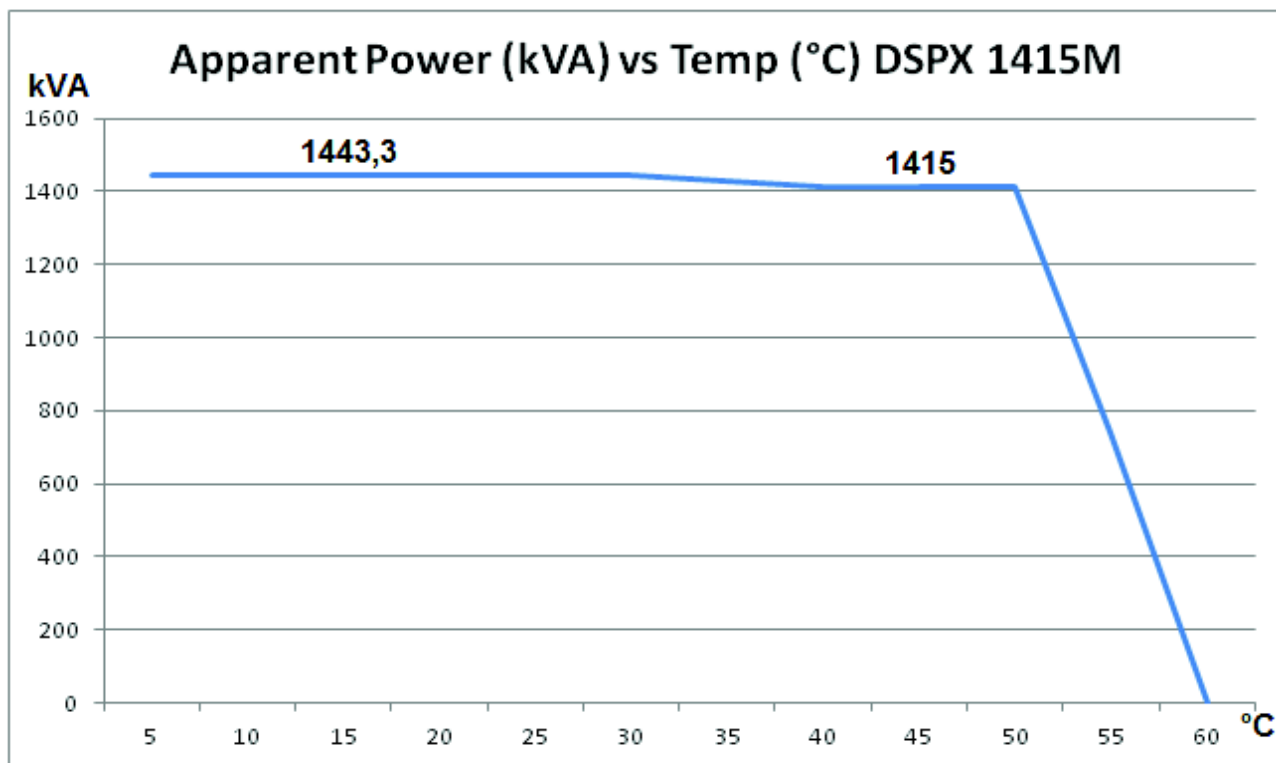
Per modelli di inverter la cui potenza è un multiplo della potenza di questo modello, i valori presenti nel grafico sopra, vengono scalati in proporzione (per esempio, per un 2200M, $S_{max} = 1188 \times 2 = 2376 \text{ kVA}$).

Soleil DSPX "Famiglia 2" 1330M



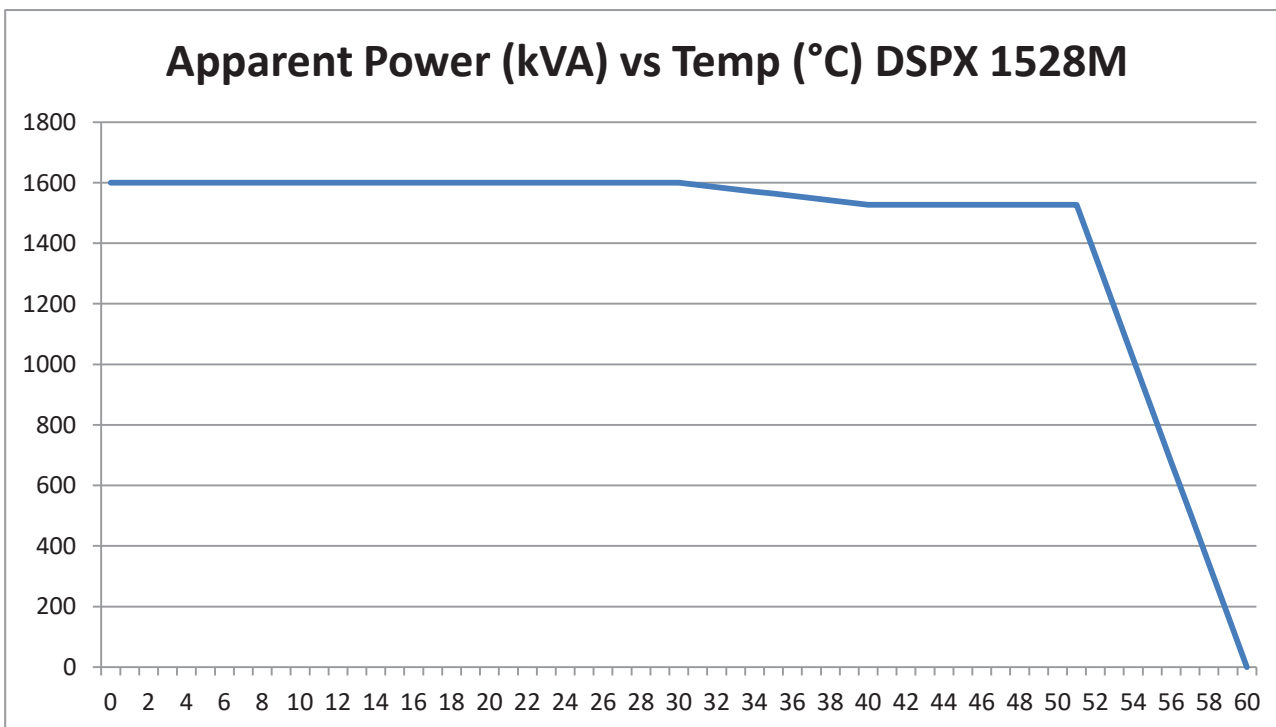
Per modelli di inverter la cui potenza è un multiplo della potenza di questo modello, i valori presenti nel grafico sopra, vengono scalati in proporzione (per esempio, per un 2660M, $S_{max} = 1399,65 \times 2 = 2799,3 \text{ kVA}$).

Soleil DSPX "Famiglia 3" 1415M



Per modelli di inverter la cui potenza è un multiplo della potenza di questo modello, i valori presenti nel grafico sopra, vengono scalati in proporzione (per esempio, per un 2830M, $S_{max} = 1443,3 \times 2 = 2886,6 \text{ kVA}$).

Soleil DSPX "Famiglia 4" 1528M



Per modelli di inverter la cui potenza è un multiplo della potenza di questo modello, i valori presenti nel grafico sopra, vengono scalati in proporzione (per esempio, per un 3056M, $S_{max} = 1600 \times 2 = 3200 \text{ kVA}$).

6.6 DIPENDENZA DELLA POTENZA APPARENTE DALLA TEMPERATURA AMBIENTE E DALLA TENSIONE DI RETE.

La capability P-Q dell'inverter è correlata non soltanto alla temperatura, ma anche al valore rms istantaneo della tensione di rete, come spiegato nei paragrafi successivi.

6.6.1 Inverter appartenenti a 'Famiglia1', Famiglia 2', 'Famiglia 3'

Assumendo come esempio, il modello 1415M:

- Se il valore rms della tensione AC è pari al suo valore nominale (considerando ad esempio i modelli della Famiglia 3, $V=V_n=640V$), la capability dell'inverter (valore Massimo della sua Potenza apparente), segue l'andamento illustrato nella figure 1, dipendendo soltanto dalla temperature ambiente.

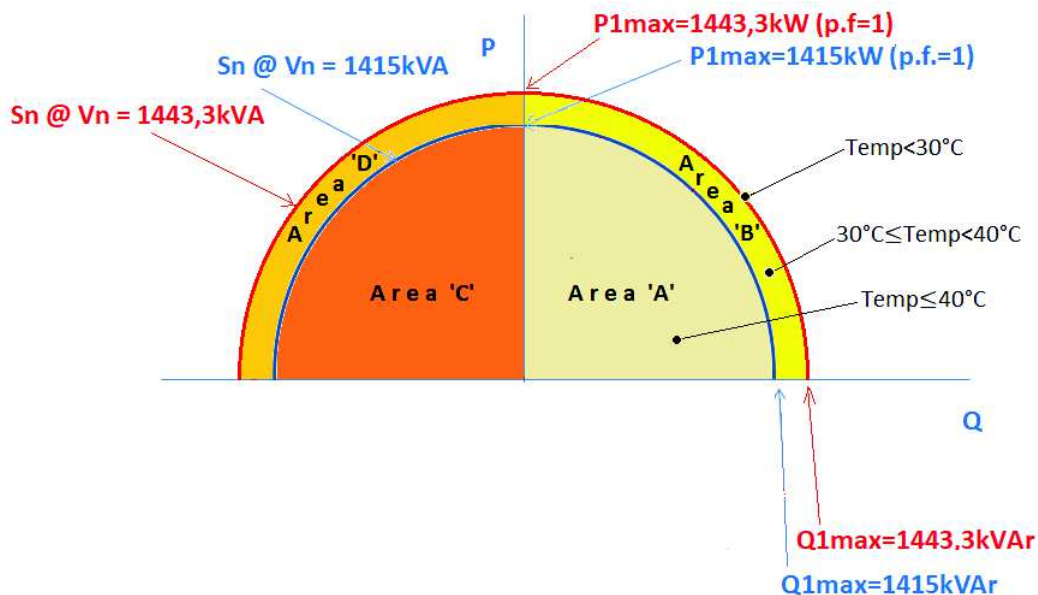


FIGURA 1: andamento della 'capability' in funzione della temperatura

- Se il valore rms della tensione AC è maggiore della tensione di rete nominale ($V > V_n$), la massima potenza apparente dell'inverter aumenta linearmente con il valore rms della tensione di rete AC. Questo aumento, tuttavia, ha una correlazione con la temperatura, come mostrato in FIGURA 2:

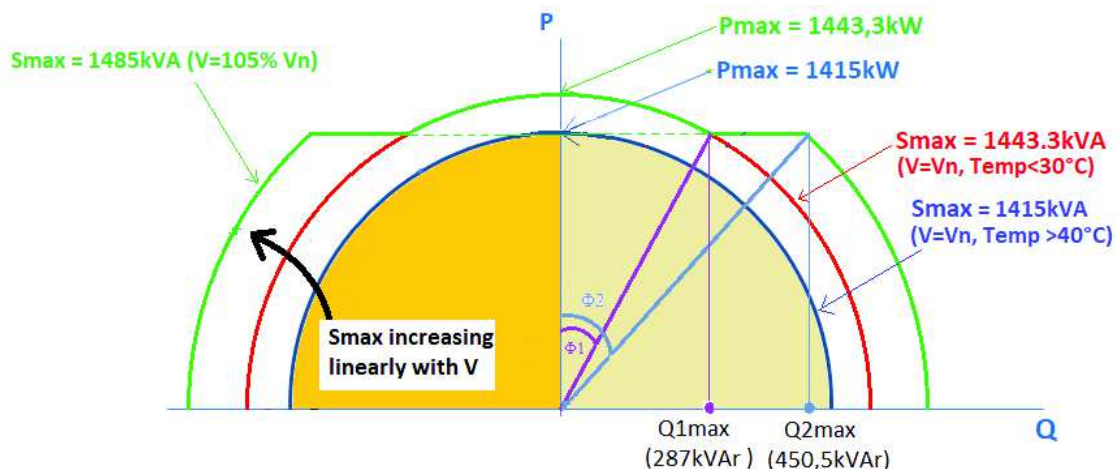


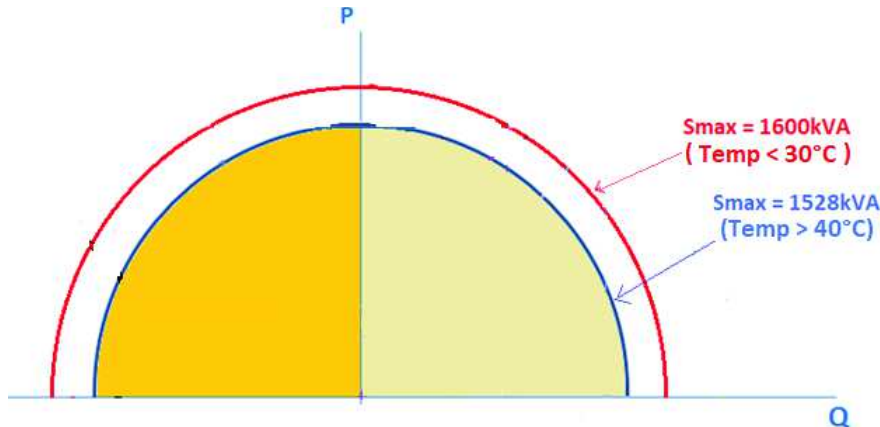
FIGURA 2: andamento della 'capability' in funzione di temperatura e tensione

Nella figura precedente, il fattore di Potenza corrispondente agli angoli $\Phi 1$ e $\Phi 2$ è rispettivamente:

- $\cos \Phi 1 = 1415/1443 = 0,98$ $Q1_{\max} = 1443 \times \sin \Phi 1 = 287 \text{ kVar}$
- $\cos \Phi 2 = 1415/1485 = 0,9528$ $Q2_{\max} = 1485 \times \sin \Phi 2 = 450,5 \text{ kVar}$

6.6.2 Inverter appartenenti a 'Famiglia 4'

Prendendo in considerazione, come esempio di inverter appartenente alla famiglia 4, il modello 1528M, la potenza apparente è funzione soltanto della temperatura ambiente, come nel diagramma sottostante:



- Se la tensione di rete è superiore a V_n , il valore Massimo della potenza apparente rimane invariato, dipendendo soltanto dal valore della temperatura (se $\text{Temp} > 40^\circ\text{C}$ e $V = 1.05V_n$, $S_{\max} = 1528 \text{ kVA}$).
- Se la tensione di rete è inferiore a V_n , la potenza massima apparente decresce proporzionalmente (se $\text{Temp} < 30^\circ\text{C}$ e $V = 0.9V_n \rightarrow S_{\max} = 1600 \times 0.9 = 1440 \text{ kVA}$).

6.7 Note

1. Definizioni di potenza (dalla tabella delle caratteristiche tecniche):

- **S_n :** valore nominale della **potenza apparente**. Questo valore è definito come il valore di potenza apparente che può essere generato continuamente, quando la temperatura ambiente si trova tra 40°C e 51°C .
 - Per gli inverter appartenenti alle Famiglie 1, 2, 3, questo valore è garantito quando la tensione di funzionamento si trova tra $0,9V_n$ e la tensione nominale V_n .
 - Per gli inverter appartenenti alla Famiglia 4, questo valore è garantito soltanto per $V=V_n$. Nell'intervallo tra $0,9V_n$ e V_n , la Potenza decresce linearmente con la tensione.
- **S_{\max} :**
 - Per gli inverter appartenenti alle Famiglie 1,2,3, S_{\max} è il massimo valore di **potenza apparente** che può essere generato in tutto l'intervallo di temperature di funzionamento, con la tensione di rete nell'intervallo tra $0,9V_n$ e V_n . Questo valore è disponibile dalla minima temperatura fino a 40°C , come descritto nei grafici del paragrafo 6.5.
 - Per gli inverter appartenenti all Famiglia 4, S_{\max} è il valore massimo della **potenza apparente** che può essere generata alla tensione nominale V_n , dalla minima temperatura di funzionamento fino a 40°C , come descritto nei grafici del paragrafo 6.5.
- **P_{\max} :**
 - Per gli inverter appartenenti alle Famiglie 1, 2, 3, P_{\max} è il valore Massimo della **potenza attiva (a fattore di Potenza = 1)**, che può essere generato in tutto l'intervallo di temperature di funzionamento, con la tensione di rete nell'intervallo tra $0,9V_n$ e V_n .

Questo valore è disponibile dalla minima temperatura fino a 40°C, come descritto nei grafici del paragrafo 6.5.

- **Per gli inverter appartenenti alla Famiglia 4**, P_{max} è il valore massimo della **potenza attiva** che può essere generata alla tensione nominale V_n , dalla minima temperatura di funzionamento fino a 40°C, come descritto nei grafici del paragrafo 6.5.

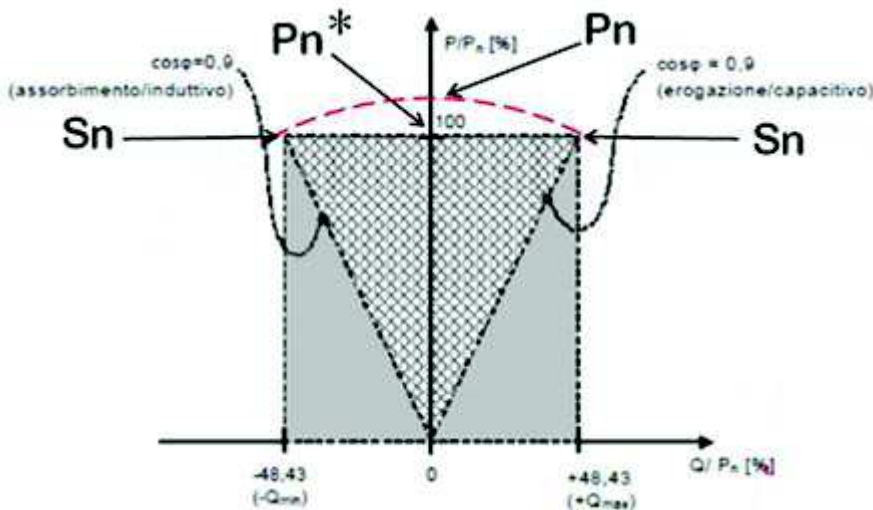
Altre definizioni di Potenza (vedere figure sotto):

- **P_n (Valore nominale di potenza attiva):**

- **Per gli inverter appartenenti alle Famiglie 1, 2, 3**, questo valore è definito come il valore di potenza che può essere generato continuamente a cosphi unitario, quando la temperatura ambiente è compresa tra 40°C e 51°C e la tensione di rete si trova tra 0,9 V_n e il valore nominale V_n .
- **Per gli inverter appartenenti alla Famiglia 4**, questo valore è definito come il valore di potenza che può essere generato continuamente a cosphi unitario, quando la temperatura ambiente è compresa tra 40°C e 51°C e la tensione di rete si trova tra 0,9 V_n e il valore nominale V_n .

- **P_n^* (Valore della potenza attiva a cosphi = 0,9):**

- **Per gli inverter appartenenti alle Famiglie 1, 2, 3**, questo valore è definito come il valore di potenza che può essere generato continuamente a cosphi 0,9 (capacitivo/induttivo), quando la temperatura ambiente è compresa tra 40°C e 51°C e la tensione di rete si trova tra 0,9 V_n e il valore nominale V_n .
- **Per gli inverter appartenenti alla Famiglia 4**, questo valore è definito come il valore di potenza che può essere generato continuamente a cosphi 0,9 (capacitivo/induttivo), quando la temperatura ambiente è compresa tra 40°C e 51°C e la tensione di rete è pari a V_n .



2. **I_n** : valore nominale di corrente, corrispondente al valore nominale della potenza apparente S_n , quando la tensione si trova al proprio valore nominale V_n .

3. **I_{max}** :

- **Per gli inverter appartenenti alle Famiglie 1, 2, 3**, I_{max} è il valore massimo di corrente, corrispondente al massimo valore di potenza apparente, quando la tensione di rete si trova a 0,9 V_n (-10%).
- **Per gli inverter appartenenti alla Famiglia 4** I_{max} è il valore massimo di corrente, corrispondente al massimo valore di potenza apparente.

4. Definizioni di tensione:
- **Tensione Minima di funzionamento a Smax:** valore minimo di tensione a cui la generazione di potenza massima Smax, è possibile.
 - **Tensione Minima assoluta di funzionamento:** per valori di tensione di rete dal 90%Vn all' 85%Vn, l'inverter funziona in limitazione di corrente; per tensioni inferiori all'85%Vn, l'inverter può rimanere connesso alla rete senza generare Potenza (funzione LVFRT abilitata, vedere grafico) oppure disconnettersi dalla rete.
 - **Tensione Massima assoluta di funzionamento:** per valori di tensione di rete superiori al 115%Vn, l'inverter si disconnette dalla rete.
5. **Intervallo di frequenza:** configurabile secondo il tipo di connessione.
6. **Efficienza Massima / Euro Efficienza:** valori di efficienza misurati in corrispondenza delle seguenti tensioni DC:
- 800V per modelli appartenenti alla **Famiglia 1.**
 - 900V per modelli appartenenti alla **Famiglia 2.**
 - 955V per modelli appartenenti alla **Famiglia 3.**
 - 1030V per modelli appartenenti alla **Famiglia 4.**